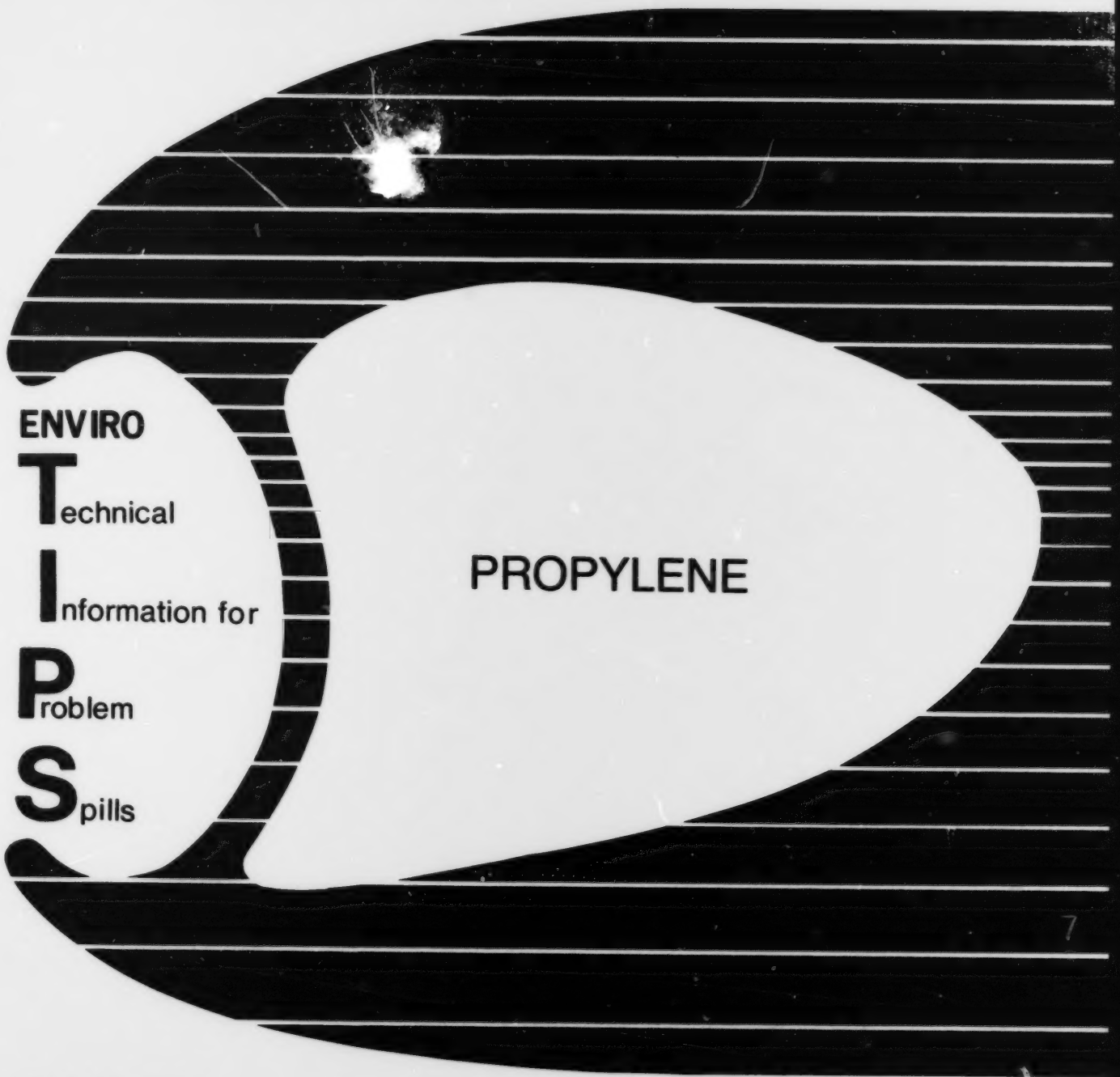
Environment Canada
Environmental Protection Service

Environnement Canada
Service de la protection de l'environnement



ENVIRO
Technical
Information for
Problem
Spills

PROPYLENE

7

October 1984

Canada

ENVIRONMENTAL AND TECHNICAL INFORMATION FOR PROBLEM SPILLS MANUALS

Environmental and Technical Information for Problem Spills (EnviroTIPS) manuals provide detailed information on chemical substances. This information is intended to assist the reader in designing countermeasures for spills and to assess their impact on the environment. The manual has been reviewed by the Technical Services Branch, Environmental Protection Service, and approved for publication. Approval does not necessarily signify that the contents reflect the views and policies of the Environmental Protection Service. Mention of trade names or commercial products does not constitute endorsement for use.

EnviroTIPS manuals are available from

Publications Section
Environmental Protection Service
Environment Canada
Ottawa, Ontario
CANADA
K1A 1C8

PROPYLENE

ENVIRONMENTAL AND TECHNICAL INFORMATION FOR PROBLEM SPILLS

Technical Services Branch
Environmental Protection Programs Directorate
Environmental Protection Service
Ottawa, Ontario

October 1984

©Minister of Supply and Services Canada 1984
Cat. No. En 48-10/22-1984E
ISBN 0-662-13604-7
BEAUREGARD PRESS LIMITED

FOREWORD

The Environmental and Technical Information for Problem Spills (EnviroTIPS) manuals were initiated in 1981 to provide comprehensive information on chemicals that are spilled frequently in Canada. The manuals are intended to be used by spill specialists for designing countermeasures for spills and to assess their effects on the environment. The major focus of EnviroTIPS manuals is environmental. The manuals are not intended to be used by first-response personnel because of the length and technical content; a number of manuals intended for first-response use are available. The information presented in this manual was largely obtained from literature review. Efforts were made, both in compilation and in review, to ensure that the information is as correct as possible. Publication of these data does not signify that they are recommended by the Government of Canada, nor by any other group.

ACKNOWLEDGEMENTS

The final version of this manual was prepared by the staff of the Environmental Protection Service who wrote extensive revisions to the text, drafted illustrations and incorporated all comments and additions.

The draft of this manual was prepared under contract to Environment Canada by M.M. Dillon Consulting Engineers and Planners, Concord Scientific Corporation, and Waterloo Engineering Limited. The level of detail present was made possible by the many individuals, organizations and associations who provided technical data and comments throughout the compilation and subsequent review.

TABLE OF CONTENTS

		Page
FOREWORD		i
ACKNOWLEDGEMENTS		i
LIST OF FIGURES		vi
LIST OF TABLES		vii
1	SUMMARY	1
2	PHYSICAL AND CHEMICAL DATA	3
3	COMMERCE AND PRODUCTION	13
3.1	Grades, Purities	13
3.2	Domestic Manufacturers	14
3.3	Other Supplier	15
3.4	Major Transportation Routes	15
3.5	Production Levels	15
3.6	Manufacture of Propylene	16
3.6.1	General	16
3.6.2	Raw Materials	16
3.6.3	Manufacturing Process	16
3.7	Major Uses in Canada	16
3.8	Major Buyers in Canada	16
4	MATERIAL HANDLING AND COMPATIBILITY	17
4.1	Containers and Transportation Vessels	17
4.1.1	General	17
4.1.2	The Cylinder	17
4.1.3	Railway Tank Cars	18
4.2	Off-loading	20
4.2.1	Off-loading Equipment and Procedures for Cylinders	20
4.2.2	Off-loading Equipment and Procedures for Railway Tank Cars	21
4.2.3	Specifications and Materials for Off-loading Equipment	21
4.3	Compatibility with Materials of Construction	22
5	CONTAMINANT TRANSPORT	24
5.1	General Summary	24
5.2	Leak Nomograms	24
5.2.1	Introduction	24
5.2.2	Nomograms	26
5.2.2.1	Bottom puncture - liquid venting	26
5.2.2.2	Top puncture - gas venting	26
5.2.3	Sample Calculations	29
5.3	Dispersion in the Air	29

		Page
5.3.1	Introduction	29
5.3.2	Vapour Dispersion Nomograms and Tables	30
5.3.2.1	Figure 15: Vapour concentration versus downwind distance	30
5.3.2.2	Table 8: Maximum puff hazard half-widths	34
5.3.2.3	Figure 16: Puff travel time versus travel distance	36
5.3.3	Sample Calculation	36
5.4	Behaviour in Water	41
5.4.1	Introduction	41
5.4.2	Nomogram for Spreading on Still Water	41
5.4.3	Sample Calculation	41
5.5	Subsurface Behaviour: Penetration into Soil	42
6	ENVIRONMENTAL DATA	43
6.1	Suggested or Regulated Limits	43
6.1.1	Water	43
6.1.2	Air	43
6.2	Aquatic Toxicity	43
6.2.1	U.S. Toxicity Rating	43
6.2.2	Measured Toxicities	43
6.3	Toxicity to Other Biota	43
6.3.1	Plants	43
6.4	Degradation	43
6.5	Long-term Fate and Effects	43
7	HUMAN HEALTH	44
7.1	Recommended Exposure Limits	44
7.2	Irritation Data	45
7.2.1	Skin Contact	45
7.2.2	Eye Contact	45
7.3	Threshold Perception Properties	45
7.3.1	Odour	45
7.3.2	Taste	45
7.4	Long-term Studies	46
7.4.1	Inhalation	46
7.4.2	Ingestion	47
7.4.3	Mutagenicity	47
7.5	Symptoms of Exposure	47
7.5.1	Inhalation	47
7.5.2	Ingestion	47
7.5.3	Skin Contact	48
7.5.4	Eye Contact	48
8	CHEMICAL COMPATIBILITY	49
8.1	Chemical Compatibility of Propylene with Other Chemicals and Chemical Groups	49

		Page
9	COUNTERMEASURES	50
9.1	Recommended Handling Procedures	50
9.1.1	Fire Concerns	50
9.1.2	Fire Extinguishing Agents	50
9.1.3	Spill Actions, Cleanup and Treatment	50
9.1.3.1	General	50
9.1.3.2	Spills on land	50
9.1.3.3	Spills in water	50
9.1.4	Disposal	51
9.1.5	Protective Measures	51
9.1.6	Special Precautions	51
10	PREVIOUS SPILL EXPERIENCE	52
11	ANALYTICAL METHODS	53
11.1	Quantitative Method for the Detection of Propylene in Air	53
11.1.1	Gas Chromatography	53
11.2	Qualitative Method for the Detection of Propylene in Air	53
11.3	Quantitative Method for the Detection of Propylene in Water	54
11.3.1	Partition Infrared	54
11.4	Qualitative Method for the Detection of Propylene in Water	54
12	REFERENCES AND BIBLIOGRAPHY	55
12.1	References	55
12.2	Bibliography	58

LIST OF FIGURES

Figure		Page
1	VAPOUR PRESSURE vs TEMPERATURE	9
2	LIQUID DENSITY vs TEMPERATURE	10
3	LIQUID INTERFACIAL TENSION WITH AIR	10
4	VAPOUR VISCOSITY vs TEMPERATURE	11
5	LIQUID VISCOSITY vs TEMPERATURE	11
6	PHASE DIAGRAM	12
7	RAILWAY TANK CAR - CLASS 105A500W	19
8	TANK CAR WITH PUNCTURE HOLE IN BOTTOM OR TOP	25
9	PERCENT REMAINING vs TIME	27
10	DISCHARGE RATE vs PUNCTURE SIZE	27
11	PERCENT REMAINING vs TIME	28
12	DISCHARGE RATE vs PUNCTURE SIZE	28
13	SCHEMATIC OF CONTAMINANT PUFF	31
14	FLOWCHART TO DETERMINE VAPOUR HAZARD ZONE	32
15	VAPOUR CONCENTRATION vs DOWNWIND DISTANCE	33
16	PUFF TRAVEL TIME vs TRAVEL DISTANCE	37
17	CONVERSION OF LOWER FLAMMABILITY LIMIT (LFL) UNITS (Volume % to g/m^3)	38
18	HAZARD AREA FOR STEADY WINDS, EXAMPLE PROBLEM	40
19	HAZARD AREA FOR UNSTEADY WINDS, EXAMPLE PROBLEM	40
20	MAXIMUM SPILL RADIUS vs SPILL SIZE	42

LIST OF TABLES

Table		Page
1	CONVERSION NOMOGRAMS	8
2	CYLINDER SPECIFICATIONS	17
3	RAILWAY TANK CAR SPECIFICATIONS	18
4	TYPICAL RAILWAY TANK CAR SPECIFICATIONS - CLASS 105A500W	20
5	COMPATIBILITY WITH MATERIALS OF CONSTRUCTION	23
6	MATERIALS OF CONSTRUCTION	23
7	WEATHER CONDITIONS	34
8	MAXIMUM PUFF HAZARD HALF-WIDTHS (For propylene)	35

1 SUMMARY

PROPYLENE (CH_2CHCH_3)

Colourless gas with a mild odour

SYNONYMS

Methylethene, Methylethylene, 1-Propene, Propene, 1-Propylene

IDENTIFICATION NUMBERS

UN. No. 1077; CAS No. 115-07-1; OHM-TADS No. 7216875; STCC No. 4905782

GRADES & PURITIES

Refinery grade: < 92 percent
Chemical grade: 92-95 percent
Polymer grade: 99.5 percent

IMMEDIATE CONCERNS

Fire: Flammable. Flashback may occur along vapour trail

Human Health: Low toxicity by all routes

Environment: Not harmful to aquatic life

PHYSICAL PROPERTY DATA

Shipping State: liquid (liquefied gas)
State (15°C, 1 atm): gas
Boiling Point: -47.7°C
Flammability: flammable
Vapour Pressure: 1047.3 kPa (21°C)
Density: 0.6007 g/mL (liquid at -50°C), 1.9149 g/L (gas at 25°C)
Solubility (in water): 0.04-0.08 g/100 mL (20°C)
Behaviour (in water): floats and boils; no reaction
Behaviour (in air): vapour is heavier than air; forms explosive mixtures
Odour Threshold: 20-70 ppm

HUMAN HEALTH

No TLV or IDLH established

Exposure Effects

Inhalation: In high concentrations (5 percent or higher) and for long exposure periods, causes dizziness, drowsiness, and unconsciousness. At low concentrations, is relatively harmless

Contact: Vapour is practically harmless to skin. Contact with liquefied propylene will cause frostbite.

IMMEDIATE ACTION

Spill Control

Restrict access to spill site. Issue warning: "FLAMMABLE". Call fire department and notify distributor. Eliminate sources of ignition. Stop the flow if safe to do so. Avoid contact with liquid and vapour; stay upwind of release.

Fire Control

Do not extinguish fire unless release can be stopped. Use foam, dry chemical, carbon dioxide, water spray or fog to extinguish. Cool fire-exposed containers with water. Stay clear of tank ends. Containers may explode in heat of fire.

COUNTERMEASURES

Emergency Control Procedures in/on

Soil: Treat as vapour release only

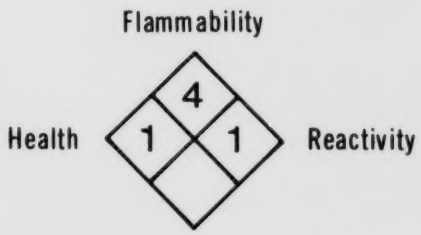
Water: Treat as vapour release only

Air: Use water spray to disperse flammable vapour

NAS HAZARD RATING

Category	Rating
Fire	4
Health	
Vapour Irritant	0
Liquid or Solid Irritant	0
Poison	1
Water Pollution	
Human Toxicity	0
Aquatic Toxicity	0
Aesthetic Effect	0
Reactivity	
Other Chemicals	1
Water	0
Self-reaction	1

NFPA
HAZARD
CLASSIFICATION



2 PHYSICAL AND CHEMICAL DATA

Physical State Properties

Appearance	Colourless gas; when liquefied, is a colourless liquid (Air Products SGMSDS 1978)
Usual shipping state(s)	Liquid (liquefied gas) (Dow ERIS 1979)
Physical state at 15°C, 1 atm	Gas
Freezing point	-185.25°C (HCG 1981; PPCC 1959)
Boiling point	-47.7°C (HCG 1981; Kirk-Othmer 1982)
Vapour pressure	1047.3 kPa (21°C) (Air Products SGMSDS 1978)

Densities

Density	Gas: 1.9149 g/L (25°C) (Ullmann 1975) Liquid: 0.6007 g/mL (-50°C) (Kirk-Othmer 1982) (at boiling point) (Air Products SGMSDS 1978)
Specific gravity (liquid; water = 1)	0.512 (20°C) (MCA 1956) 0.609 (-47/4°C) (Verschueren 1984)
Vapour specific gravity (air =1)	1.4529 (HCG 1981) 1.48 (Ullmann 1975; Matheson 1980)

Fire Properties

Flammability	Flammable gas (NFPA 1978)
Autoignition temperature	455°C (NFPA 1978; Ullmann 1975) 480°C (Matheson 1980)
Burning rate	8 mm/min (CHRIS 1978)
Upper flammability limit	11.1 percent (v/v) (NFPA 1978)
Lower flammability limit	2.0 percent (v/v) (NFPA 1978)
Burning characteristics	Burns with a yellow, sooty flame (Merck 1976)
Flash point	-108.0°C (Matheson 1980)
Heat of combustion	2058 kJ/mole (Gross, to H_2O (liquid) + CO_2) (Matheson 1980) 1926 kJ/mole (Net, to H_2O (gas) + CO_2) (Matheson 1980)
Combustion products	Carbon dioxide and water (CRC 1980)
Flashback potential	May travel considerable distance to a source of ignition and flash back (NFPA 1978)
Electrical ignition hazard	May be ignited by static discharge

Other Properties

Molecular weight of pure substance	42.081 (CRC 1980; Kirk-Othmer 1982)
Constituent components of typical chemical grade:	Propylene, 92-95 percent Propane, < 8 percent Ethane, < 0.4 percent C_4 and greater, < 0.2 percent Others, < 0.1 percent
Constituent components of typical polymer grade:	Propylene, 99.5 percent Ethane, < 1000 ppm Others, < 500 ppm (Kirk-Othmer 1982)
Refractive Index	1.3567 (-70°C) (CRC 1980)
Viscosity	0.0084 mPa·s (vapour at 25°C) (Ullmann 1975) 0.18 mPa·s (liquid at -50°C) (Ullmann 1975)
Liquid interfacial tension with air	15.8 mN/m (liquid at -40°C) (Matheson 1980)
Latent heat of fusion	3.0 kJ/mole (-185°C) (HCG 1981)
Latent heat of vaporization	18.4 kJ/mole (at boiling point) (HCG 1981)
Heat of formation	20.2 kJ/mole (25°C) (Sussex 1977)
Gibb's energy of formation	62.7 kJ/mole (101 kPa, 25°C) (Kirk-Othmer 1982)
Heat capacity	
constant pressure (C_p)	91.555 J/(mole·°C) (liquid at -49.8°C) (Matheson 1980)
	62.345 kJ/(mole·°C) (gas at 15.6°C) (Matheson 1980)
constant volume (C_v)	54.035 kJ/(mole·°C) (gas at 15.6°C) (Matheson 1980)
specific heat ratio (γ) (C_p/C_v)	1.154 (Matheson 1980)
Critical pressure	4619.5 kPa (HCG 1981)
Critical temperature	91.77°C (HCG 1981)
Coefficient of thermal expansion	0.00339/°C (liquid expansion between -21°C and 21°C) (MCA 1956)
Saturation concentration	18 000 g/m^3 (21°C) (calc.)
Log_{10} octanol/water partition coefficient	1.77 (Hansch and Leo 1979)
Entropy	227 J/(mole·K) (Ullmann 1975)
Dipole moment	0.366 D (Matheson 1980)
Dielectric constant	1.875 (liquid at 20°C) (Matheson 1980)
Molar volume	21.976 L (25°C) (Ullmann 1975)

Thermal conductivity	0.156 Wm^{-1} K^{-1} (liquid at -50°C) (Ullmann 1975) 0.0184 Wm^{-1} K^{-1} (gas at 25°C) (Ullmann 1975)

Solubility

In water	0.039 g/100 mL (22.05 cm^3/100 mL) (20°C) (Matheson 1980) 0.079 g/100 mL (44.6 cm^3/100 mL) (20°C) (Kirk-Othmer 1982)
In other common materials	Soluble in ethanol (1250 mL/100 g) and in acetic acid (524.5 mL/100 g) (20°C) (Kirk-Othmer 1982)

Vapour Weight to Volume Conversion Factor

1 ppm = 1.746 mg/m^3 (20°C) (Verschueren 1984)

Chemical/Physical Properties and Behaviour

Vapour Explosions. Explosions have been reported when liquefied propylene contacts water at temperatures of 42 to 75°C. These explosions are in fact the result of rapid evaporation in contact with the warm water. The behaviour of liquefied propylene on water is summarized in the following table (Kirk-Othmer 1982):

Initial Water Temperature (°C)	Result of Liquid Propylene Contact
38 to 41	ice formation
42 to 75	explosion
76 to 85	rapid pops

Variation of Chemical Properties. Propylene has been studied thoroughly. Full data on the variation of its properties are thus available. The Van der Waals equation of state is (Kirk-Othmer 1982):

$$P + \frac{a}{V^2} \quad (V-b) = RT$$

where: P = pressure, in kPa

V = volume, in L

a = 6.373

b = -0.08272

R = 8.314 J/(mole·K)

T = temperature, in K (= °C + 273.15)

A number of Virial equations of state have been developed and the following is recommended (Dymond 1969):

$$\frac{PV}{RT} = 1 + \frac{B(T)}{V}$$

where P, V, R, T are the same as the above. B is given at different temperatures as follows:

T (K)	T (°C)	B
280	7	-392
300	27	-342
320	47	-297
340	67	-260
380	107	-204
420	127	-162
460	187	-132
500	227	-105

Two Antoine equations for predicting vapour pressures are also given for a temperature range of 160 to 240 K (-113 to -33°C) (Kirk-Othmer 1982):

$$\text{Log}_{10} P_V = A + \frac{B}{T + C}$$

where: P_V = vapour pressure, in kPa

T = temperature, in K (°C = K - 273.15)

A = 5.94327

B = 784.86

C = -26.15

and for a temperature range of 123 to 356 K (-150 to 83°C):

$$\text{Log}_{10} P_V = A + \frac{B}{T} + C \text{ Log } T + DT$$

where: P_V = vapour pressure, in kPa

T = temperature, in K (°C = K - 273.15)

A = 34.752

B = -1725.5

C = -12.057

D = 8.9943×10^{-3}

The liquid density can be calculated as follows (Kirk-Othmer 1982):

$$e = AB^{-(1-\frac{T}{Tc})^{2/7}}$$

where: e = density, in g/cm^3

T = temperature, in K (K = C + 273.15)

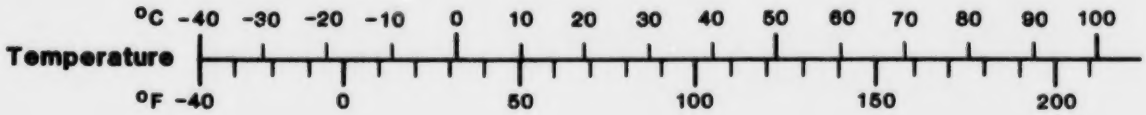
A = 0.2252

B = 0.2686

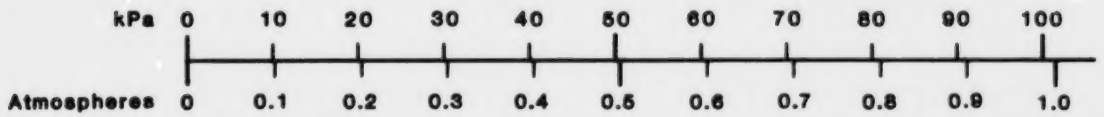
Tc = critical temperature = 365.05 K

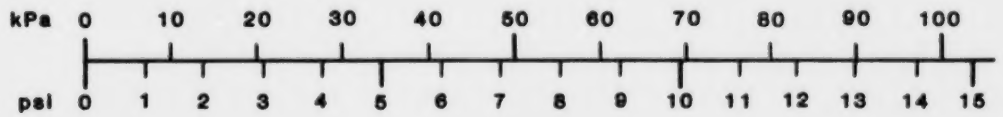
PROPYLENE

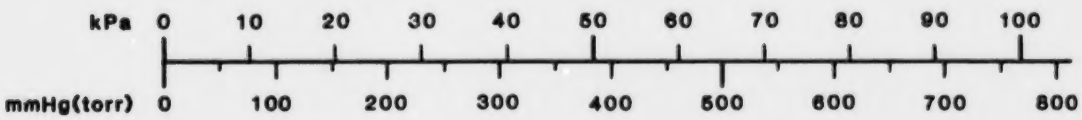
CONVERSION NOMOGRAMS



Pressure 1 kPa = 1 000 Pa







Viscosity

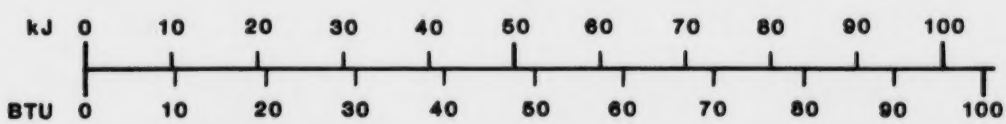
Dynamic 1 Pa·s = 1 000 centipoise (cP)

Kinematic 1 m^2/s = 1 000 000 centistokes (cSt)

Concentration (in water)

1 ppm ≅ 1 mg/L

Energy (heat) 1 kJ = 1 000 J



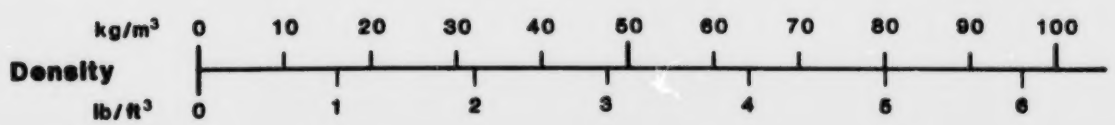


FIGURE 1

PROPYLENE

VAPOUR PRESSURE vs TEMPERATURE

Reference: Chem. Eng. 1975

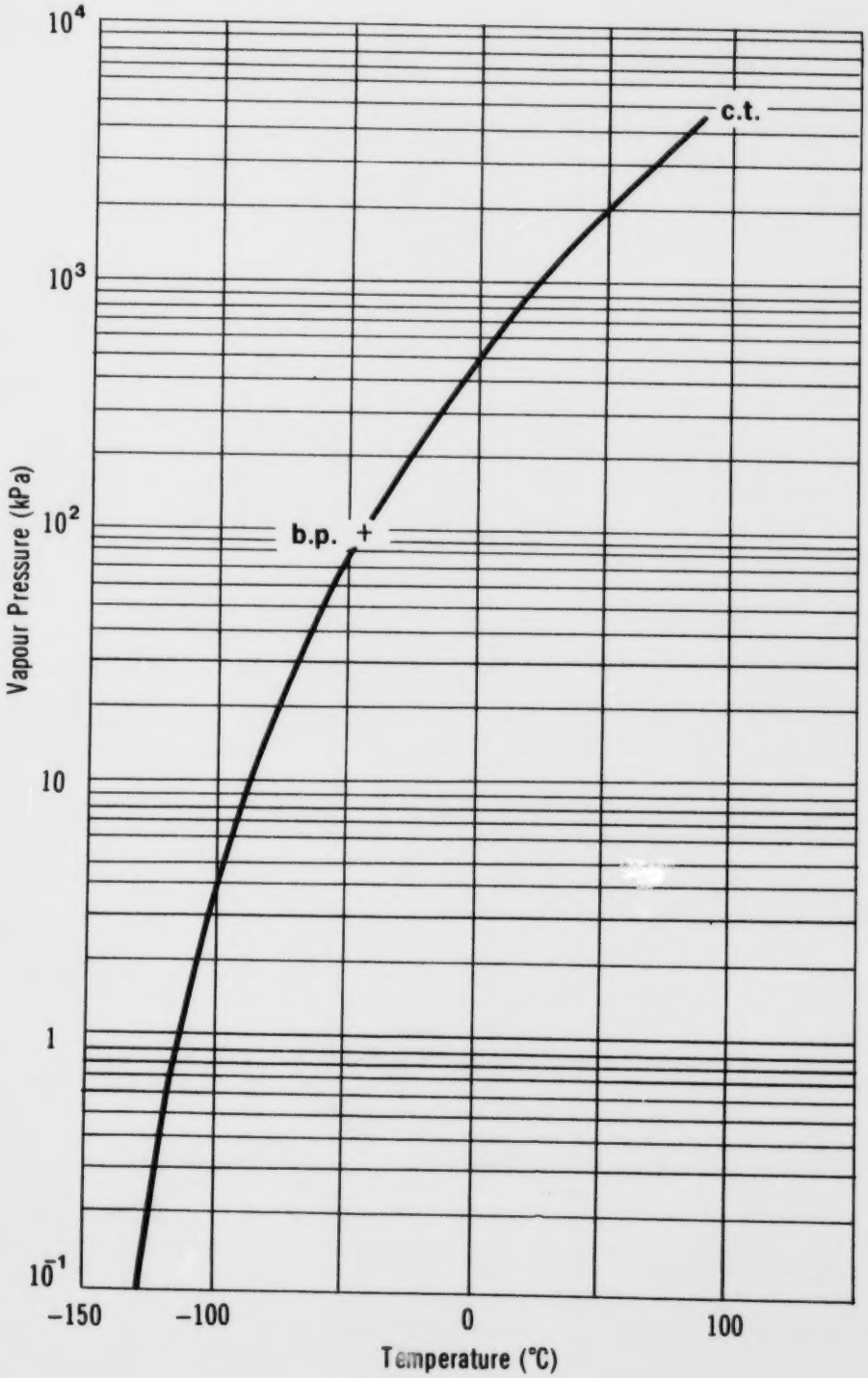


FIGURE 2

PROPYLENE

LIQUID DENSITY vs TEMPERATURE

Reference: Chem. Eng. 1975

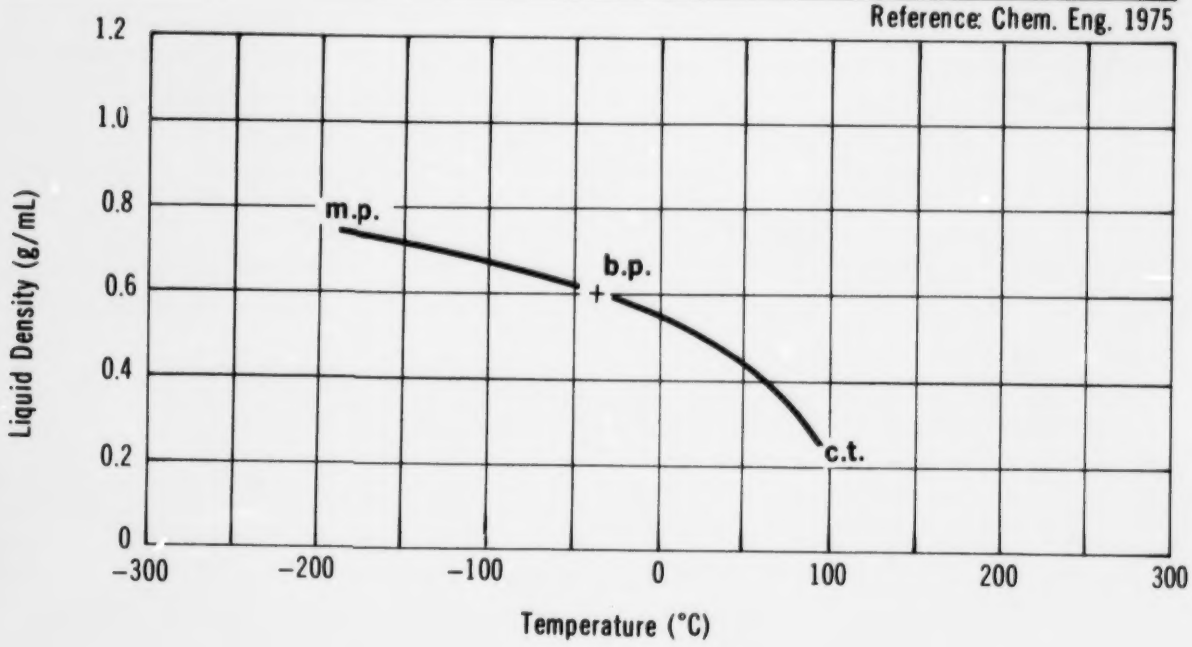


FIGURE 3

PROPYLENE

LIQUID INTERFACIAL TENSION WITH AIR

Reference: ppH 1974; ULLMANN 1975

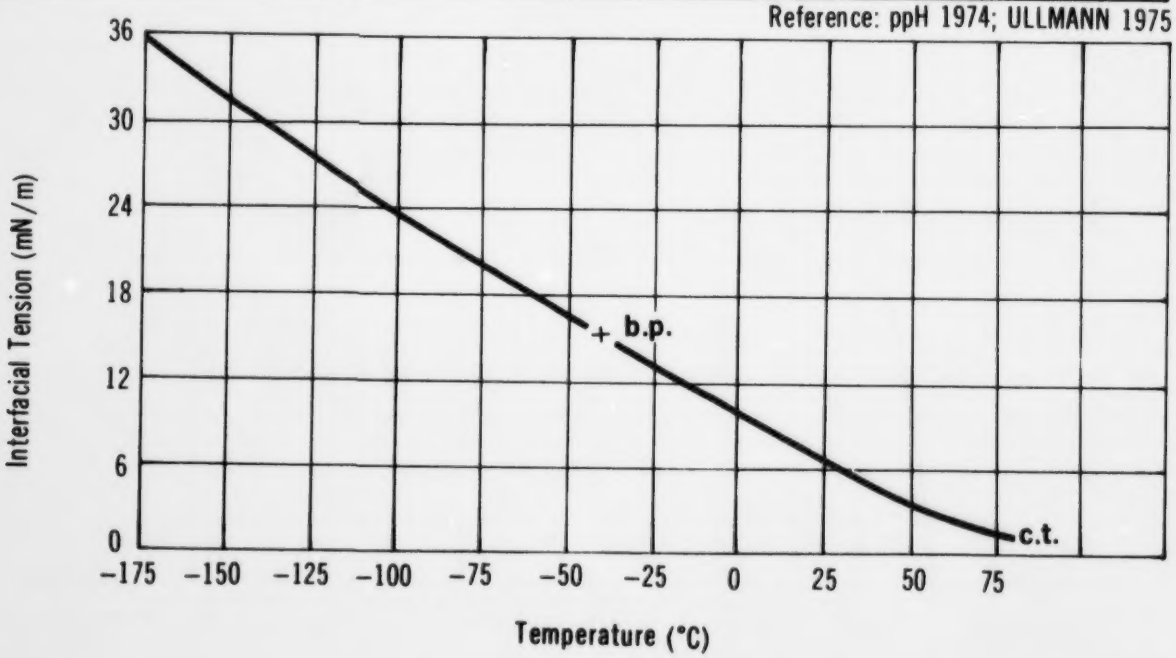


FIGURE 4

PROPYLENE

VAPOUR VISCOSITY vs TEMPERATURE

Reference: Chem. Eng. 1975

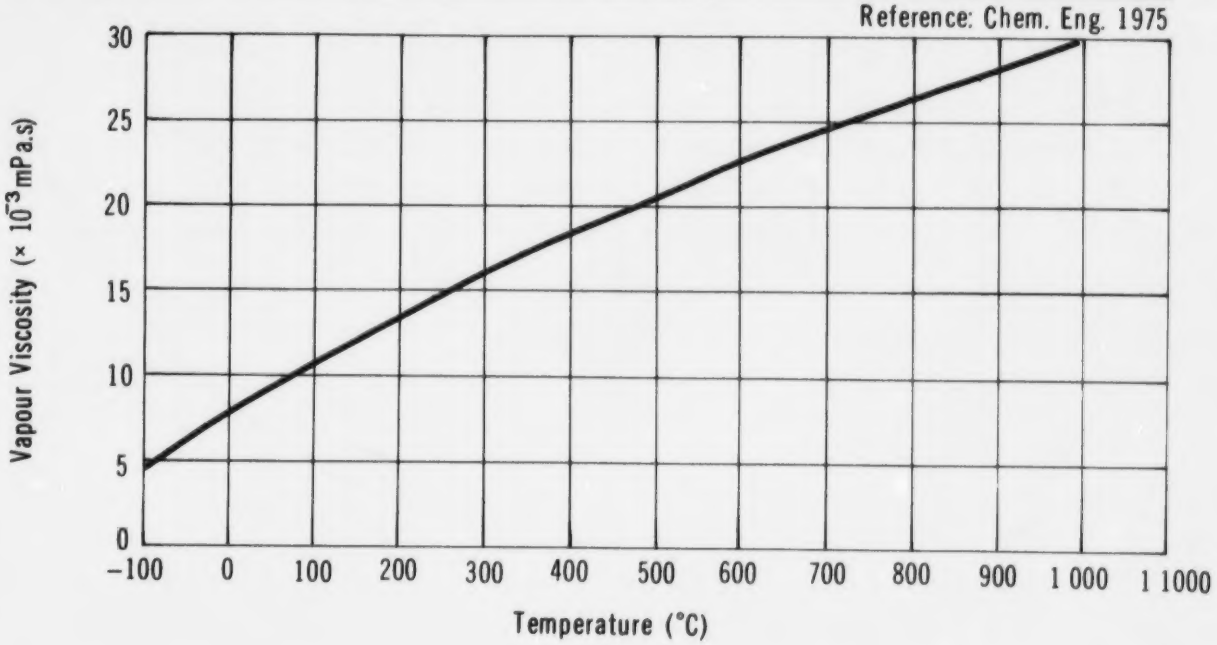


FIGURE 5

PROPYLENE

LIQUID VISCOSITY vs TEMPERATURE

Reference: Chem. Eng. 1975

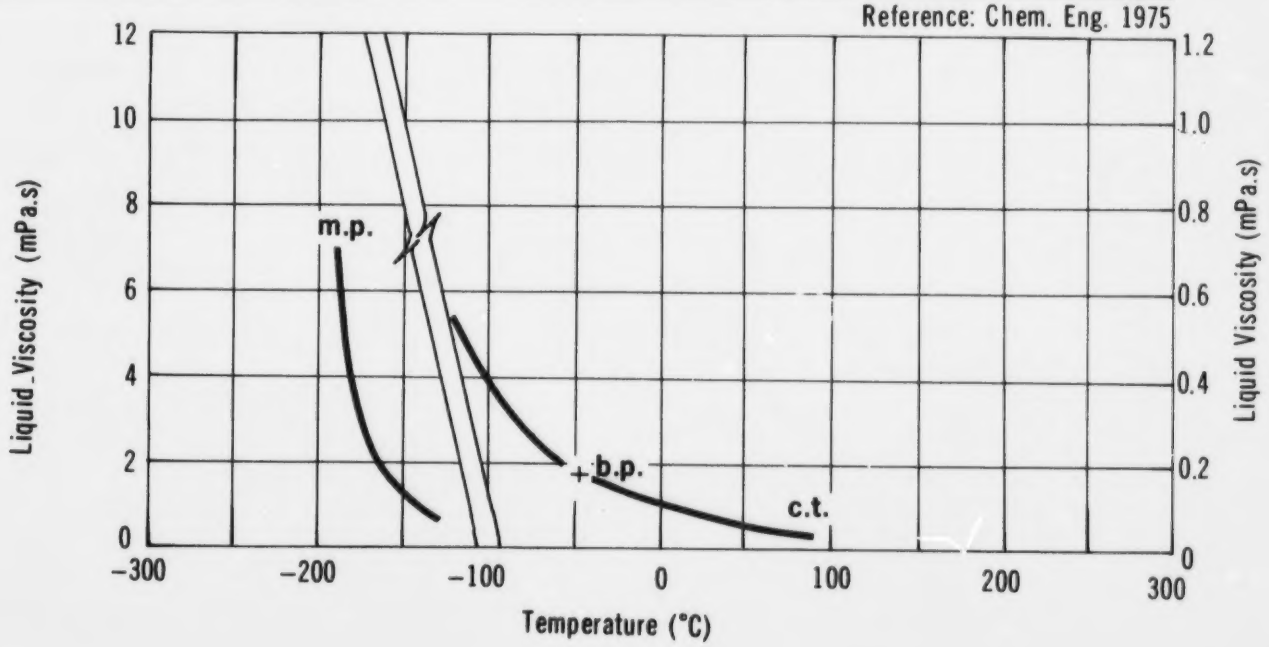
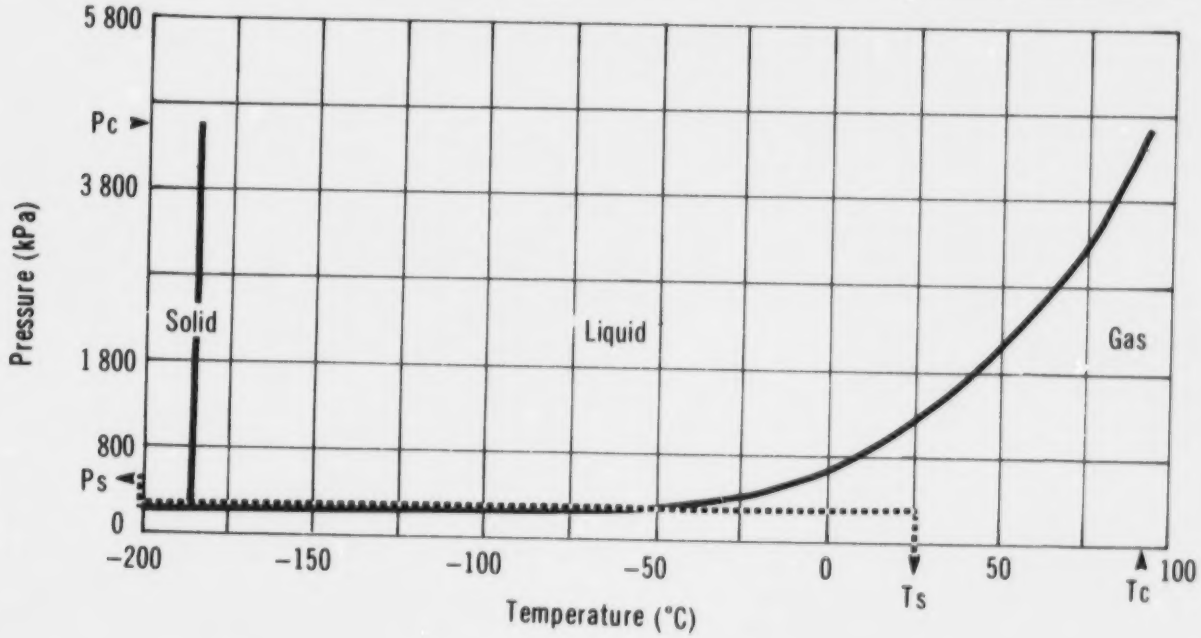


FIGURE 6

PROPYLENE

PHASE DIAGRAM



3 COMMERCE AND PRODUCTION

3.1 Grades, Purities (Kirk-Othmer 1982; Ullmann 1975; Corpus 1983)

Propylene is most commonly sold as a liquefied gas in three grades: chemical (92-95 percent propylene), polymer (99.5 percent propylene), and refinery grade material (usually less than 92 percent propylene). Research grade (99.7 percent) for laboratory use is another grade encountered. Refinery grade is variable in terms of content and is used in the manufacture of products such as isopropanol and higher alkenes.

The specification for chemical-grade propylene is as follows:

	Content	
Component	North America	Europe
Propylene	92-94 percent	92-95 percent
Ethane and methane	< 0.4 percent	< 2000 ppm
Propane	< 8.0 percent	variable
Ethylene	< 0.02 percent	< 20 ppm
C_4 and heavier	< 0.2 percent	< 1000 ppm
C_5 and heavier	< 0.005 percent	included in above
Acetylenes, dienes	< 100 ppm	< 30 ppm
Total H_2, O_2, CO, CO_2, N_2	< 100 ppm	see below
Sulphur	< 10 ppm	< 5 ppm
Water	< 50 ppm	< 10 ppm
Halides	< 10 ppm	< 5 ppm
Alcohols	< 50 ppm	< 50 ppm
Amines	< 5 ppm	not specified
Butadiene	< 20 ppm	not specified
Butenes	< 125 ppm	< 40 ppm
Dimethyl formamide	< 0.3 ppm	not specified

The product specification for polymer-grade propylene is as follows:

	Content	
Component	North America	Europe
Propylene	99.5 percent	99.5-99.8 percent

Component	Content North America	Europe
Ethane	< 1000 ppm	< 100 ppm
Total acetylenes and dienes	< 10 ppm	< 2 ppm
Ethylene	included in above	< 20 ppm
Hydrogen	< 2 ppm	< 1 ppm
Oxygen	< 8 ppm	not specified
Carbon monoxide	< 4 ppm	< 5 ppm
Water	< 10 ppm	< 10 ppm
Sulphur	< 5 ppm	< 5 ppm
Total nitrogen, aldehydes, ketones and alcohols	< 10 ppm	< 50 ppm

3.2 Domestic Manufacturers (Corpus 1983; CBG 1980; Scott 1979).

BP Canada Ltd.
1245 Sherbrooke St. West
Montreal, Quebec
H3G 1G7
(514) 849-4789

Esso Chemical Canada
2300 Yonge Street
Toronto, Ontario
M5W 1K3
(416) 488-6600

Finachem Canada Inc.
1 Place Ville-Marie
Montreal, Quebec
H3B 4A9
(514) 866-3911
(514) 866-2094

Gulf Canada Ltd.
800 Bay Street
Toronto, Ontario
M5S 1Y8
(416) 924-4141

Petromont Inc.
Suite 2000
2020 University Street
Montreal, Quebec
H3A 2A5
(514) 282-9091

Petrosar
785 Hill Street
P.O. Box 5000
Corunna, Ontario
N0N 1G0
(519) 862-2911

Shell Canada Ltd.
505 University Avenue
Toronto, Ontario
M5G 1X4
(416) 579-7111

3.3 **Other Supplier** (CBG 1980)

International Chemical Canada Ltd.
P.O. Box 385
Brampton, Ontario
L6V 2L3
(416) 453-4234

3.4 **Major Transportation Routes**

Current Canadian production of propylene is located primarily in Ontario, in Corunna, Sarnia and Trafalgar (70 percent of total production). Other production facilities are in Quebec, in Montreal and Varennes (26 percent of total production) and in Dartmouth, Nova Scotia. The market area for propylene is in Ontario and Quebec. The product is shipped by tank cars, tank trucks or cylinders. Distribution is fairly universal throughout eastern Canada.

3.5 **Production Levels** (Corpus 1983)

Company, Plant Location		Nameplate Capacity kilotonnes/yr (1982)
Chemical Grade:		
Esso Chemical Canada, Sarnia, Ont.		85
PetroCanada, Trafalgar, Ont.		18
Petromont, Montreal, Que.		55
Petromont, Varennes, Que.		95
Petrosar, Corunna, Ont.		315
Refinery Grade:		
Esso Chemical Canada, Dartmouth, N.S.		29
Esso Chemical Canada, Montreal, Que.		27
Esso Chemical Canada, Sarnia, Ont.		120
Finachem Canada, Montreal, Que.		24
Gulf Canada, Montreal, Que.		26
Petrocan Chemicals, Montreal, Que.		24
Shell Canada, Corunna, Ont.		18
	TOTAL	836
Domestic Production (1982)		608
Imports (1982)		1.7
	TOTAL SUPPLY	609.7

3.6 Manufacture of Propylene (Shreve 1977; CCPA 1983; Kirk-Othmer 1982)

3.6.1 General. Propylene is manufactured in Canada by the cracking of a liquid petroleum gas, gas oil, or naphtha.

3.6.2 Raw Materials. Liquefied petroleum gas (LPG) (usually propane or a similar light hydrocarbon) is produced as a by-product of the refining of natural gas, gas oil or naphtha.

3.6.3 Manufacturing Process. Propylene is derived from the feedstock by thermal or catalytic decomposition ("cracking" or "pyrolysis") followed by compression, purification and fractionation (required in order to isolate the products of the pyrolysis). A common catalyst used in this process is zeolite.

3.7 Major Uses in Canada (Corpus 1983)

Chemical-grade propylene is used in production of the polymer-grade material, which in turn is used to make polypropylene, for the production of ethylene oxide and butyraldehydes. Refinery-grade material is used in the production of isopropanol, cumene, nonene, tetramer, neptane and motor gasoline. In 1982, 36 percent of domestic production was exported, 18 percent was used for polypropylene production, 12 percent for isopropanol production, 10 percent for butyraldehyde production, 7 percent in ethylene oxide manufacture, and 6 percent in tetramer production.

3.8 Major Buyers in Canada (Corpus 1983)

BASF Canada, Laval, Que.
Dow Chemical of Canada, Sarnia, Ont.
Hercules Canada, Varennes, Que.
Shell Canada, Corunna, Ont.

4 MATERIAL HANDLING AND COMPATIBILITY

4.1 Containers and Transportation Vessels

4.1.1 General. Liquid propylene is transported under pressure in steel cylinders and railway tankers equipped with safety devices and pressure tested at regular intervals. Some bulk users receive it by pipeline (PC 1981).

4.1.2 The Cylinder. Propylene cylinders are typically of steel construction and must comply with CTC/DOT specifications 3A300, 3AA300, 3B300, 4A300, 4B300 and 4BA300 (HCG 1981; RTDCR 1974). Class 3A and 3AA cylinders having higher service pressures also may be used. Each specification is described in Table 2. Laboratory cylinders are equipped with a CGA No. 510 valve with an outlet with 0.885 in., 14 threads per inch, left hand threads accepting a bullet-shaped internal nipple. Lecture bottles have a special 5/16 in., 32 thread per inch, female outlet and a 9/16 in., 18 threads per inch, male dual outlet.

TABLE 2 CYLINDER SPECIFICATIONS

CTC/DOT* Specification Number	Description
3A300	Seamless steel cylinder. Maximum service pressure 2070 kPa (300 psi).
3AA300	Seamless steel cylinder. Maximum service pressure 2070 kPa (300 psi). Steels definitely prescribed. Maximum carbon content 0.28%.
3B300	Seamless nickel cylinder. Maximum service pressure 2070 kPa (300 psi).
4A300	Forge welded steel cylinder. Maximum service pressure 2070 kPa (300 psi).
4B300	Welded and brazed steel cylinder. Maximum service pressure 2070 kPa (300 psi).
4BA300	Welded and brazed steel cylinder. Definitely prescribed steels. Maximum service pressure 2070 kPa (300 psi).

* Canadian Transport Commission and Department of Transportation (U.S.)

4.1.3 Railway Tank Cars. Railway tank cars transporting propylene must comply with CTC/DOT specifications 105A400W or 112A400W, or greater specifications e.g., 105A500W or 105A600W, described in Table 3 (TCM 1979; RTDCR 1974). A 105A500W car is illustrated in Figure 7; technical details are given in Table 4. The details for the 105A400W tank car are nearly identical.

TABLE 3 RAILWAY TANK CAR SPECIFICATIONS

CTC/DOT* Specification Number	Description
105A400W	Steel fusion-welded tank with manway nozzle. Insulated. Top unloading arrangement required. Safety valve (2760 kPa) (400 psi). Bottom outlet or washout prohibited.
112A400W	Steel fusion-welded tank with manway nozzle. Uninsulated. Upper 2/3 of tank must be painted. Maximum one opening per head for purging. Top unloading arrangement required. Safety valve (2760 kPa) (400 psi). Bottom outlet or washout prohibited.
105A500W	As 105A400W except safety valve at 3450 kPa (500 psi).

* Canadian Transport Commission and Department of Transportation (U.S.)

Two angle valves on the longitudinal centre line of the car are for unloading liquid propylene. The angle valve on the transverse centre line is connected to the vapour space. Opposite this gas valve is a gauging device. A 6 mm (1/4 in.) test tube with angle valve and a 19 mm (3/4 in.) thermometer well complete the dome cover fittings (TCM 1979).

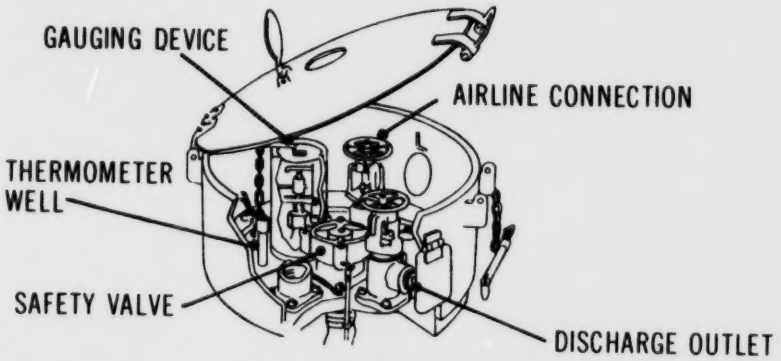
Under each liquid valve is an eduction pipe fastened to the manway cover and extending to the bottom of the tank. At the top of each eduction pipe, immediately below the manway cover, is a rising-ball, excess-flow valve designed to close when the rate of flow of liquid exceeds about 3180 kg/h (7000 lb./h). This is a protective device designed to close automatically against the flow of liquid if the angle valve is broken off or, under certain conditions, if the unloading line is severed. The safety relief valve is of the spring-loaded type and is usually combined with a breaking pin assembly.

FIGURE 7

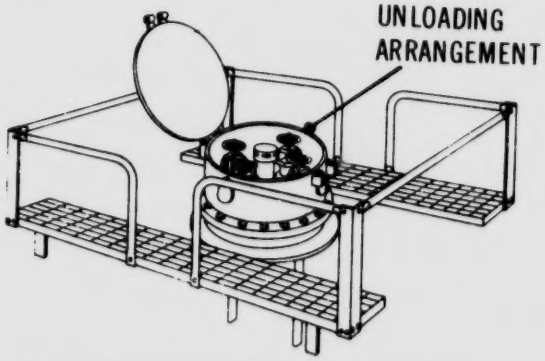
PROPYLENE

RAILWAY TANK CAR CLASS 105A500W

Reference: RTDCR 1974; TCM 1979



Detail of top unloading arrangement



Detail of loading platform

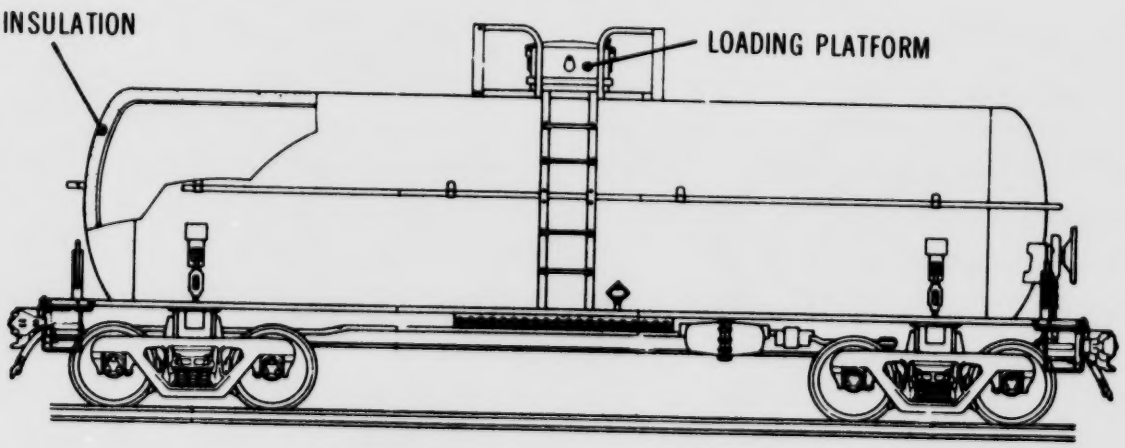


Illustration of tank car layout

TABLE 4 TYPICAL RAILWAY TANK CAR SPECIFICATIONS - CLASS 105A500W

Description	Tank Car Size (Imp. Gal.) 8800 (55 ton)	15 000 (90 ton)
Overall		
Nominal capacity	40 000 L (8 800 gal.)	68 000 L (15 000 gal.)
Car weight - empty	33 800 kg (74 600 lb.)	37 400 kg (82 500 lb.)
Car weight - (max.)	99 800 kg (220 000 lb.)	106 400 kg (263 000 lb.)
Tank		
Material	Steel	Steel
Thickness	17-24 mm (11/16-15/16 in.)	17-24 mm (11/16-15/16 in.)
Inside diameter	2.2 mm (88 in.)	2.6 m (102 in.)
Test pressure	3450 kPa (500 psi)	3450 kPa (500 psi)
Burst pressure	8620 kPa (1250 psi)	8620 kPa (1250 psi)
Approximate Dimensions		
Coupled length	13 m (41 ft.)	15 m (48 ft.)
Length over strikers	12 m (39 ft.)	14 m (46 ft.)
Length of truck centres	9 m (28 ft.)	11 m (35 ft.)
Height to top of grating	4 m (12 ft.)	4 m (12 ft.)
Overall height	5 m (15 ft.)	5 m (15 ft.)
Overall width	3.2 m (127 in.)	3.2 m (127 in.)
Length of grating	2-3 m (7-10 ft.)	2-3 m (7-10 ft.)
Width of grating	1.5-2 m (5-6 ft.)	1.5-2 m (5-6 ft.)
Loading/Unloading Fixtures		
Unloading connection	51 mm (2 in.) via valve and 76 mm (3 in.) check valve; 6 mm (1/4 in.) outlet	
Valving	51 mm (2 in.) valve to vapour space	
Gauging Device	Float-type gauging device and thermometer well	
Safety Devices	Safety relief valve set at 2590 kPa (375 psi)	
Insulation	51-152 mm (2-6 in.) fibreglass insulation	

4.2 Off-loading

4.2.1 Off-loading Equipment and Procedures for Cylinders. The following points should be observed when handling and storing cylinders:

- Valve protection hoods should be in place.
- Containers should not be stored near ventilation systems.
- Store to minimize external corrosion.
- Store cylinders upright and secured by chain.
- Store full and empty containers separately.

4.2.2 Off-loading Equipment and Procedures for Railway Tank Cars. The following precautionary steps should be undertaken (MCA 1956):

- Unloading operations to be performed only by properly instructed personnel.
- Non-sparking tools are recommended.
- Personal safety equipment should be used when working on top of railway cars.
- Dead-end siding used only for propylene rail cars to be provided.
- Lighting must be rated explosion-proof.
- Brakes must be set, wheels chocked and a proper derail employed.
- Cars should be grounded.
- Suitable operating platform to be provided at unloading point.

Railway tank cars are preferentially unloaded by compressor (CCPA 1983). In this method, vapours are withdrawn from the storage tank and compressed for discharge into the tank car vapour space. This increases the tank car pressure, thereby causing flow of liquid from the tank car to the storage tank. When the tank car is unloaded of all liquid, the direction of vapour flow can be reversed, allowing much of the vapour to be recovered. The compressor is turned off when the tank pressure is about 35 kPa (5 psi) (MCA 1956).

4.2.3 Specifications and Materials for Off-loading Equipment. The components of a typical off-loading system handling propylene at commonly employed temperatures and pressures will be discussed. These include pipes and fittings, flexible connections, valves, gaskets, gauges, pumps and storage tanks.

Pipes and fittings should be of steel and designed for working pressure of at least 2070 kPa (300 psi) in accordance with the ASME Pressure Piping Code (MCA 1956).

Pipelines 63 mm (2 1/2 in.) and over should be flanged or welded. When threaded joints are necessary, extreme care must be taken to obtain clean, sharp pipe threads, in order to ensure pressure-tight joints (MCA 1956). Threaded joints should be back-welded (CCPA 1983).

Flexible connectors, consisting of a loop of copper or copper alloy construction, should be installed between cylinders and rigid piping systems. Seamless copper water tube per ASTM B88 in the annealed state with Type K wall thickness, or heavier, is recommended. Rubber hose rated for at least 2070 kPa (300 psi) pressure may also be used. Connectors for railway tank cars should be of similar high pressure hose. Currently, a number of firms have replaced flexible unloading equipment with unloading arms (CCPA 1983).

Shut-off valves and control valves should be of steel construction and designed for working pressures of at least 2070 kPa (300 psi). Relief devices may be of steel or brass construction (MCA 1956). Gaskets may be synthetic rubber, Buna N or Viton. Pumps should be designed for propylene service and should be piston-type (MCA 1956).

Storage tanks above ground should be of all-steel welded construction in accordance with API Code (MCA 1956). Underground caverns offer safe and economical storage where a suitable geological formation exists (HCG 1981).

4.3 Compatibility with Materials of Construction

The compatibility of propylene with materials of construction is indicated in Table 5. The unbracketed abbreviations are described in Table 6. The rating system for this report is briefly described below.

Recommended:	This material will perform satisfactorily in the given application.
Conditional:	Material will show deterioration in the given application; however, it may be suitable for intermittent or short-term service.
Not Recommended:	Material will be severely affected in this application and should not be used.

TABLE 5 COMPATIBILITY WITH MATERIALS OF CONSTRUCTION

	Condition		Material of Construction		
Application	State	Temp. (°C)	Recommended	Conditional	Not Recommended
1. Pipes and Fittings	Dry Gas	20	Schedule 80 Seamless Steel (MCA 1956)		
	Gas	24-100	CS With Glass Lining (CDS 1967)		

TABLE 5 COMPATIBILITY WITH MATERIALS OF CONSTRUCTION (Cont'd)

Application	Condition		Material of Construction		
	State	Temp. (°C)	Recommended	Conditional	Not Recommended
1. Pipes and Fittings (Cont'd)				Copper SS Brass (MCA 1956)	
2. Valves	Gas	20		All Steel 2070 kPa Rating (MCA 1956)	
3. Storage	Liquid	20		CS ASTM A-283 (MCA 1956)	

TABLE 6 MATERIALS OF CONSTRUCTION

Abbreviation	Material of Construction
	Brass
CS	Carbon Steel
	Copper
	Fluorine Rubber (Viton)
	Glass
	Natural Rubber
NBR	Acrylonitrile/Butadiene (Nitrile, Buna N) Rubber
	Nickel
	Nickel-Copper Alloy (Monel)
SS (followed by grade)	Stainless Steel

5 CONTAMINANT TRANSPORT

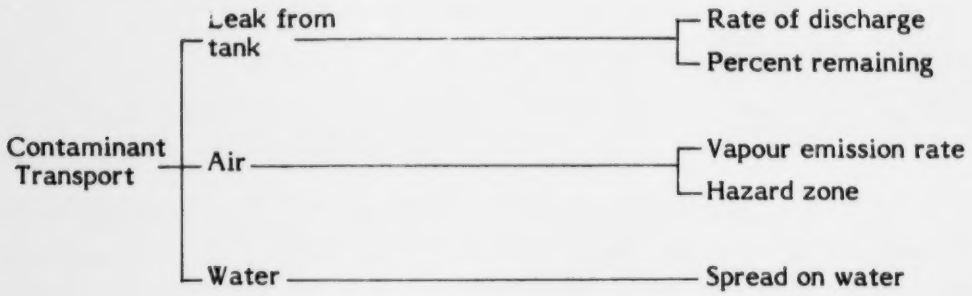
5.1 General Summary

Propylene is commonly transported in tanks as a liquid under pressure. When spilled in the environment, it will form a boiling liquid pool, spreading on the surface of a water body or on the ground as well as forming a flammable vapour cloud. Vapour is released rapidly from the pool to the atmosphere by evaporation.

When spilled on water, propylene will tend to float and will evaporate rapidly. Propylene has a low solubility in water. The vapour cloud tends to hug the water and spread rather than lift off and disperse.

Propylene spills on soil surfaces will mostly evaporate; soil and groundwater contamination are thus not a serious problem.

The following factors are considered for the transport of a propylene spill in the air, water and soil media:



5.2 Leak Nomograms

5.2.1 Introduction. Propylene is commonly transported as a liquid under pressure at ambient temperature. While the capacities of the railway tank cars vary widely, one size has been chosen for development of the leak nomograms. It is approximately 2.75 m in diameter and 13.4 m long, with a carrying capacity of about 80 000 L. This size has been chosen throughout the EnviroTIPS series to allow for comparison among the various substances.

If a tank car loaded with liquid propylene is punctured on the bottom, all of the contents will drain out. The instantaneous discharge rate (q) is a function of the height of the fluid above the hole (H), the internal pressure of the tank (P), the hole size (A) and shape, and a coefficient of discharge (C_d). For the purposes of nomogram preparation, a constant discharge coefficient of 0.8 has been assumed.

If the tank car is punctured in the top or at any point above the liquid level, gas will be vented until all of the liquid has vaporized and the internal and external tank pressures have equalized. For the purposes of nomogram preparation, the liquid is assumed to remain at a constant temperature (isothermal) equal to the ambient temperature (T). Consequently, the venting rate (q) is assumed to be constant until all of the liquid is vaporized. The venting rate is a function of the internal tank pressure (P), which is equal to the saturated vapour pressure (P_{sat}) of the liquid at temperature T. The assumed maximum tank ambient temperature is 40°C, yielding a saturated vapour pressure (P_{sat}) of 1600 kPa. In real life, a puncture in the top would cause a "flash" of propylene vapour to exit and thus a large initial release. It is estimated that the continuous flow could be 1 to 3 orders of magnitude slower, depending on the amount of insulation present, the ambient temperature and the position of the tank car (i.e., in water, above ground, etc.). These situations are difficult to model.

The assumption of isothermal conditions made here will maximize the continuous gas release rate from the tank and will be conservative for most cases.

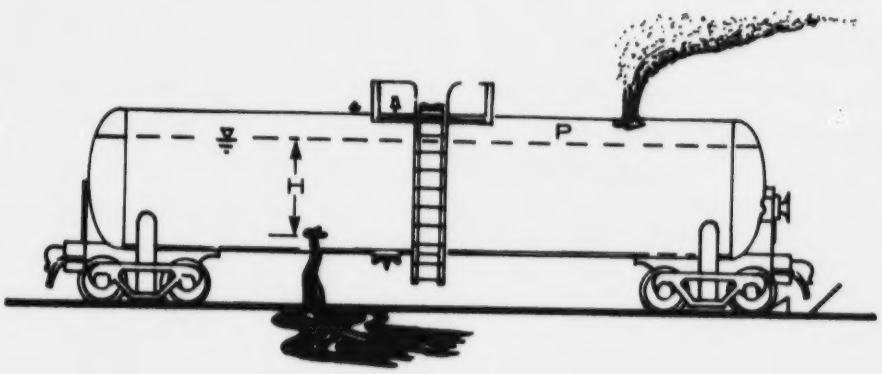


FIGURE 8 TANK CAR WITH PUNCTURE HOLE IN BOTTOM OR TOP

The aim of the nomograms is to provide a simple means to obtain the time history of the venting process. This may include venting from a bottom puncture (liquid release) or from a puncture above the liquid level (gas venting). The details of the models used to calculate venting rates are described in the Introduction Manual.

5.2.2 Nomograms.

5.2.2.1 Bottom puncture - liquid venting.

Figure 9: Percent remaining versus time. Figure 9 provides a means of estimating the percent of propylene remaining in the standard tank car after the time of puncture for a number of different hole diameters. The hole diameter is actually an equivalent diameter and can be applied to a noncircular puncture.

The standard tank car (2.75 m Ø x 13.4 m long) is assumed to be initially full (at t=0) with a volume of about 80 000 L of propylene at 40°C. The amount remaining at any time (t) is not only a function of the discharge rate over time, but also of the size and shape of the tank car.

Figure 10: Discharge rate versus puncture size. Figure 10 provides a means of estimating the maximum discharge rate (L/s) for a number of equivalent hole diameters. As the pressure force dominates the gravitational force, the discharge rate remains relatively constant as the tank empties.

5.2.2.2 Top puncture - gas venting.

Figure 11: Percent remaining versus time. Figure 11 provides a means of estimating the percent of propylene remaining in the standard tank car after the time of puncture for a number of different hole diameters. The hole diameter is actually an equivalent diameter and can be applied to a noncircular puncture. As isothermal conditions have been assumed, the internal pressure and venting rate are constant.

Figure 12: Discharge rate versus puncture size. Figure 12 presents the relationship between discharge rate (kg/s) and the equivalent diameter of the hole for gas venting above the liquid level in the tank car. For any one hole size, the venting rate will be constant until all the liquid is vaporized. This is consistent with the assumption of isothermal conditions in the tank and results in a conservative estimate of the gas venting rate.

The values presented in Figure 12 are independent of the tank car size, but assume that the temperature of the liquid is 40°C, yielding a saturated vapour pressure of 1600 kPa.

FIGURE 9

PROPYLENE

PERCENT REMAINING vs TIME

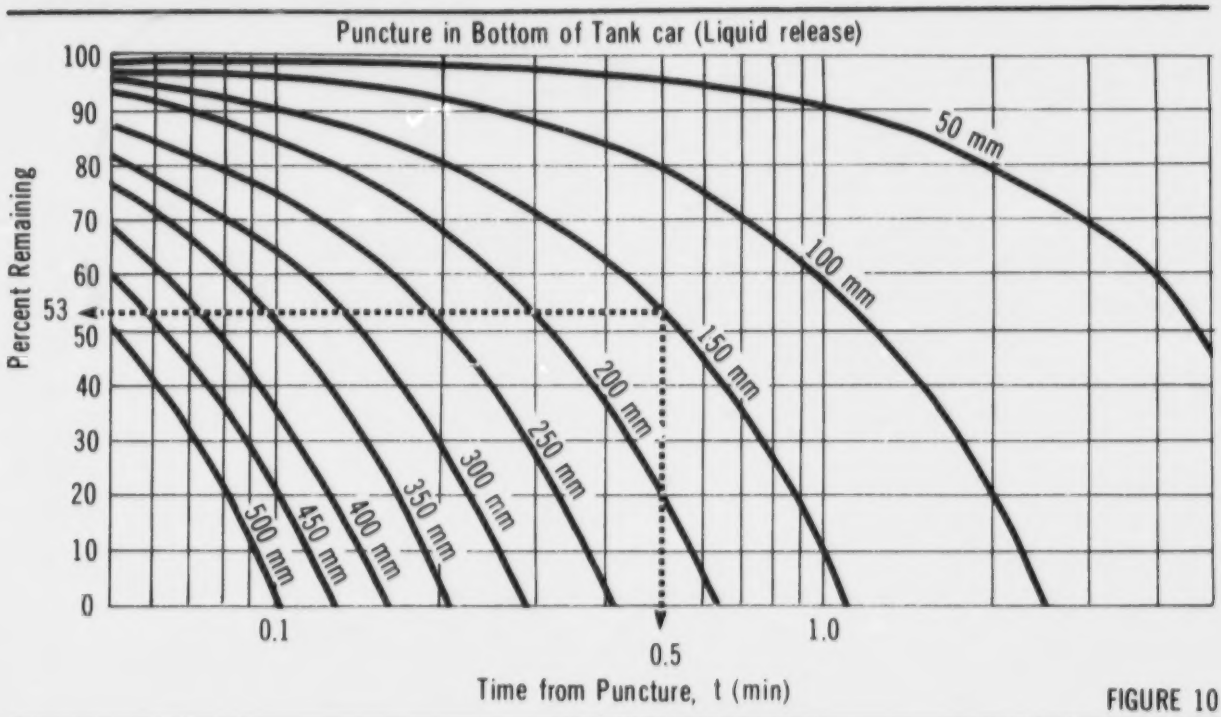


FIGURE 10

PROPYLENE

DISCHARGE RATE vs PUNCTURE SIZE

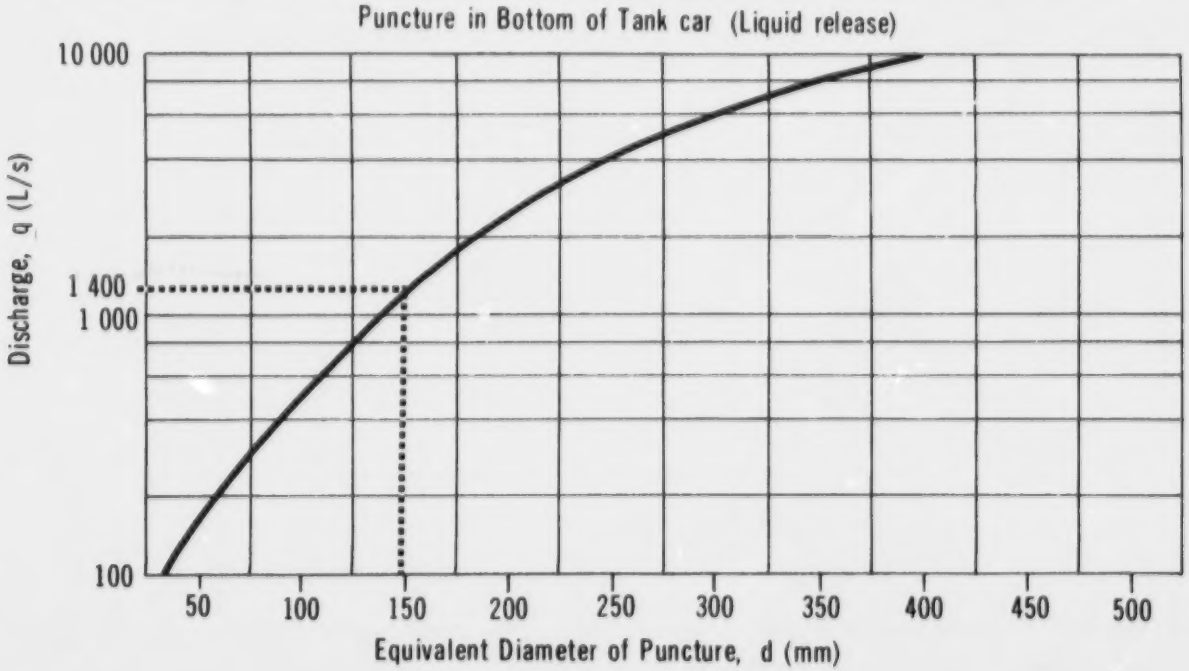


FIGURE 11

PROPYLENE

PERCENT REMAINING vs TIME

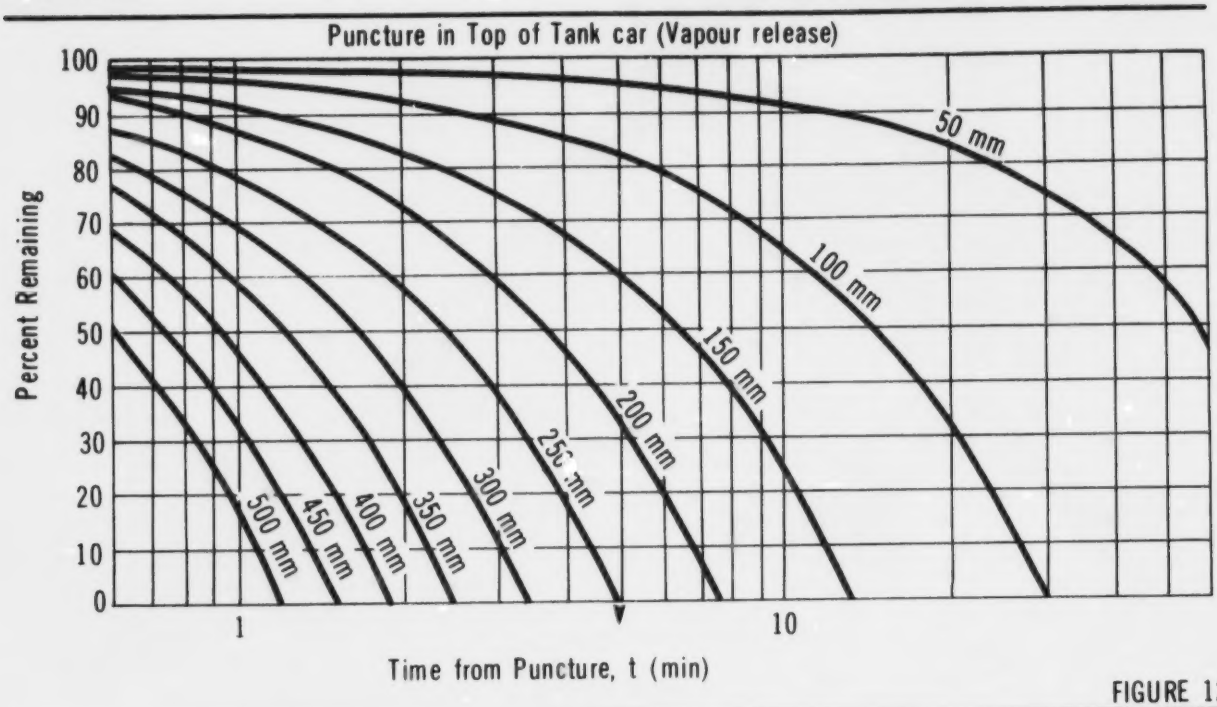
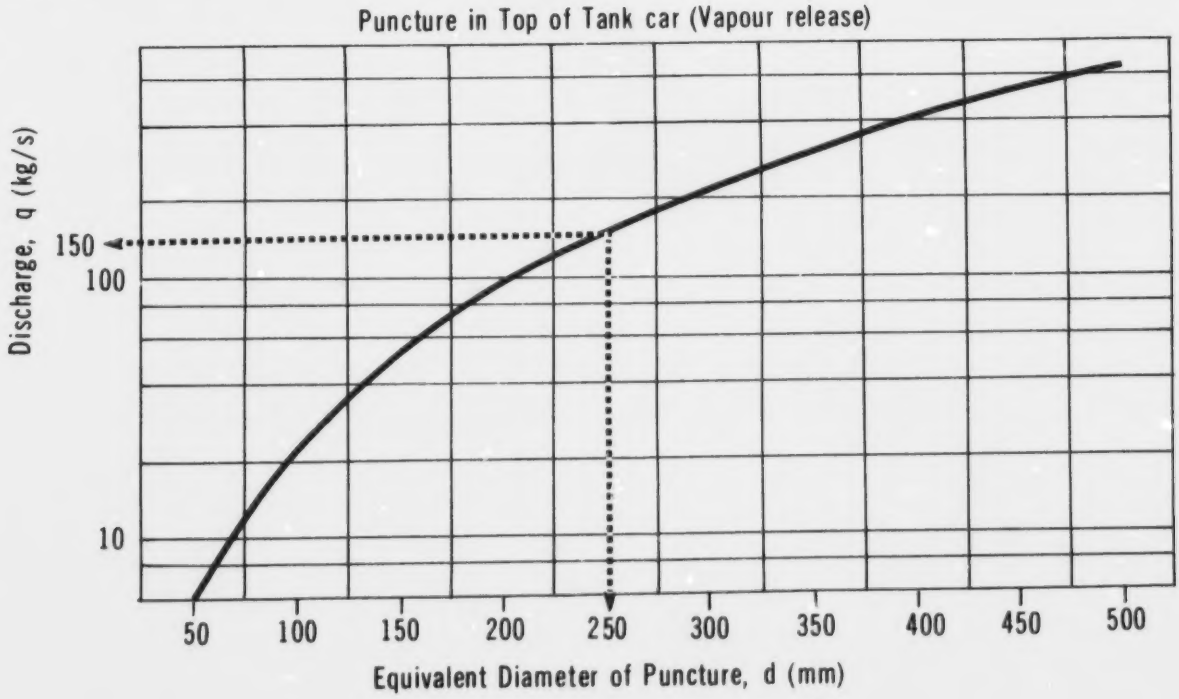


FIGURE 12

PROPYLENE

DISCHARGE RATE vs PUNCTURE SIZE



5.2.3 Sample Calculations.

i) Problem A

The standard tank car filled with propylene at 40°C has been punctured on the bottom. The equivalent diameter of the hole is 150 mm. What percent of the initial 80 000 L remains after 0.5 minute and what is the instantaneous discharge rate from the tank?

Solution to Problem A

Step 1: Calculate amount remaining at t=0.5 min

- Use Figure 9
- With t=0.5 min and d=150 mm, the amount remaining is about 53 percent or 42 000 L

Step 2: Calculate the discharge rate

- Use Figure 10
- With d=150 mm, the instantaneous discharge rate (q) = 1100 L/s

ii) Problem B

The standard tank car in Problem A has been punctured above the liquid level. The equivalent diameter of the orifice is estimated at 250 mm. How long will it take to empty the tank car and what is the release rate, assuming isothermal conditions?

Solution to Problem B

Step 1: Calculate the time to empty

- Use Figure 11
- With d=250 mm, the tank empties (0 percent remaining) in approximately 5 min

Step 2: Calculate the discharge rate

- Use Figure 12
- With d=250 mm, the venting rate is constant at 150 kg/s. Note: this rate is based on isothermal assumptions and as such represents the maximum discharge rate. The actual rates could be the 1 to 3 orders of magnitude slower depending on amount of insulation lost, ambient temperature and other conditions.

5.3 Dispersion in the Air

5.3.1 Introduction. Since propylene under pressure is an extremely volatile liquid, vapour released from a liquid pool spilled on a ground or water surface vaporizes rapidly

enough to consider the spill as producing instantaneous vapour in the form of a puff. Only this type of vapour release is treated here.

To estimate the vapour concentrations downwind of the accident site for the determination of the flammability or toxicity hazard zone, the atmospheric transport and dispersion of the contaminant vapour must be modelled. The models used here are based on Gaussian formulations and are the ones most widely used in practice for contaminant concentration predictions. The model details are contained in the Introduction Manual.

Figure 13 depicts schematically the contaminant plume configuration from a "puff" surface release. The dispersion model represents the spill as an instantaneous point source (with a total vapour release quantity, Q_T) equal to the amount of contaminant spilled.

5.3.2 Vapour Dispersion Nomograms and Tables. The aim of the air dispersion nomograms is to define the hazard zone due to toxicity or flammability of a vapour cloud. The following nomograms and data tables are contained in this section (to be used in the order given):

Figure 7:	weather conditions
Figure 15:	normalized vapour concentration as a function of downwind distance and weather conditions
Table 8:	maximum puff hazard half-widths
Figure 16:	vapour puff travel distance as a function of travel time elapsed since the spill and wind speed

The flowchart given in Figure 14 outlines the steps necessary to make vapour dispersion calculations and identifies the nomograms or tables to be used. This section deals only with the portion contained within the dashed box. Data on "total liquid discharged" are contained in Section 5.2. A description of each vapour dispersion nomogram and its use follows.

5.3.2.1 Figure 15: Vapour concentration versus downwind distance. Figure 15 shows the relationship between the vapour concentration and the downwind distance for weather conditions D and F. The nomograms were developed using the dispersion models described in the Introduction Manual. The vapour concentration is represented by the normalized, ground-level concentration (C/Q_T) at the centreline of the contaminant puff. Weather condition F is the poorest for dispersing a vapour cloud and condition D is the most common in most parts of Canada. Before using Figure 15, the weather condition must be determined from Table 7.

FIGURE 13

PROPYLENE

SCHEMATIC OF CONTAMINANT PUFF

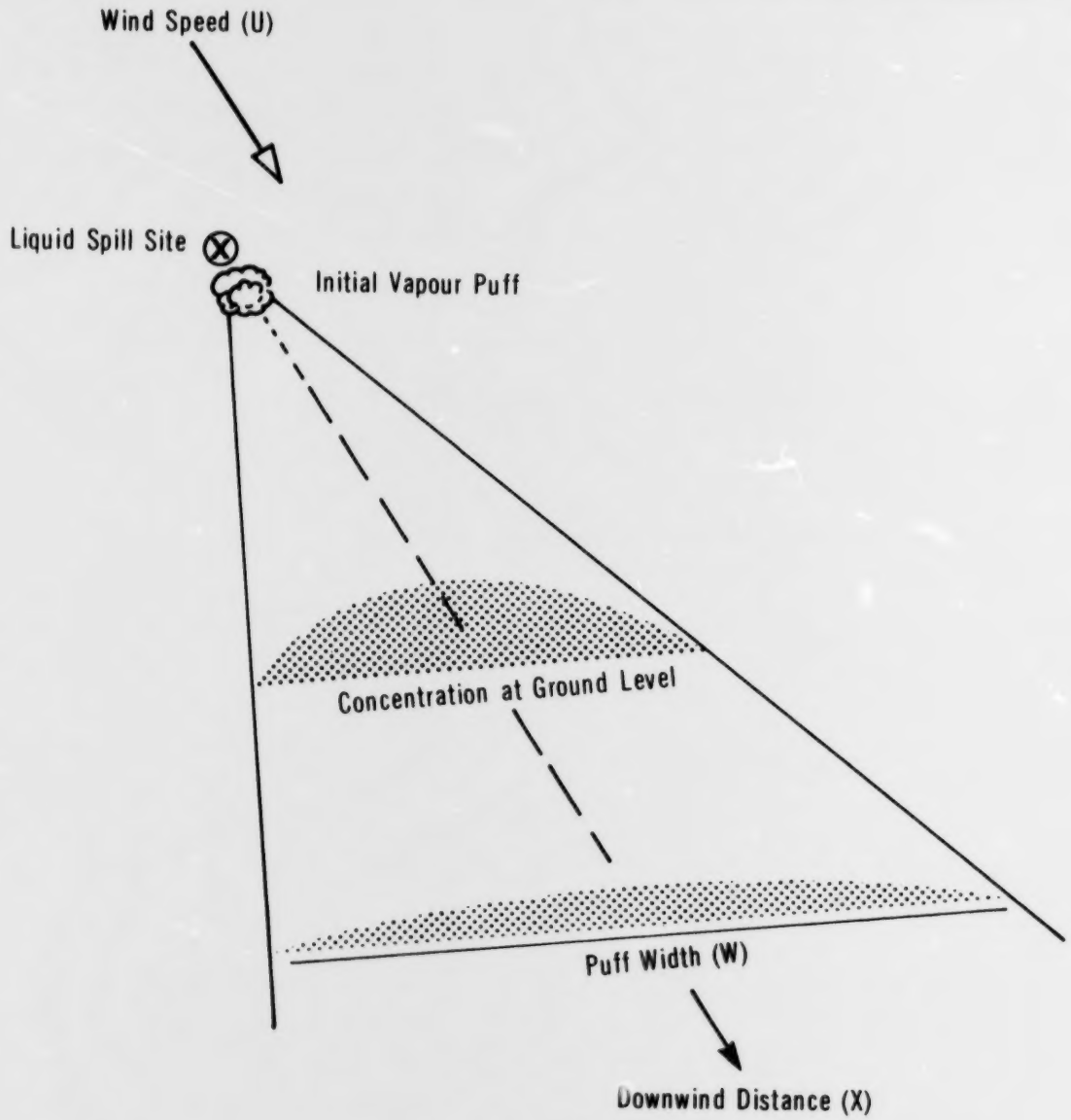


FIGURE 14

PROPYLENE

FLOW CHART TO DETERMINE VAPOUR HAZARD ZONE

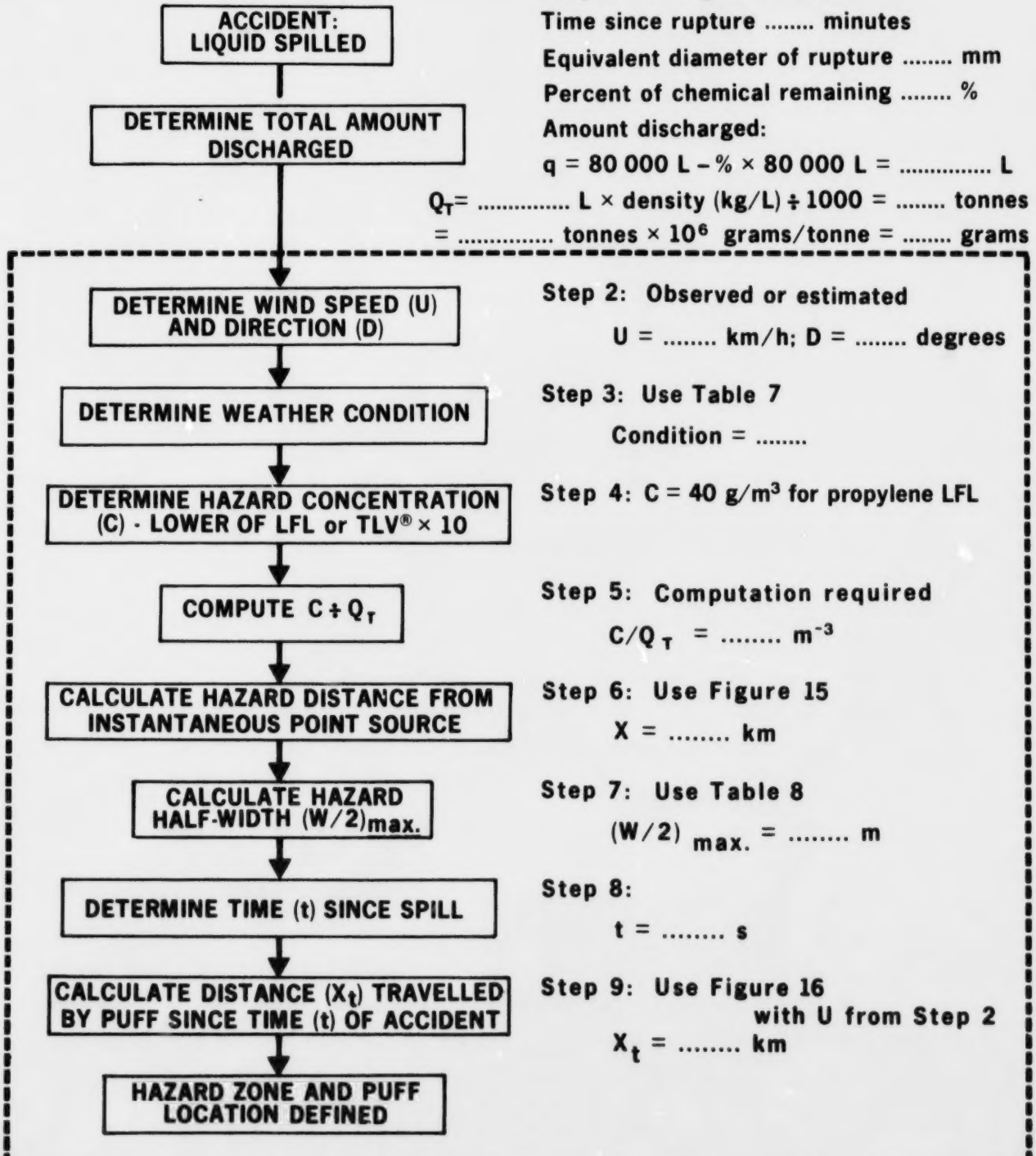


FIGURE 15

PROPYLENE

VAPOUR CONCENTRATION VS DOWNWIND DISTANCE

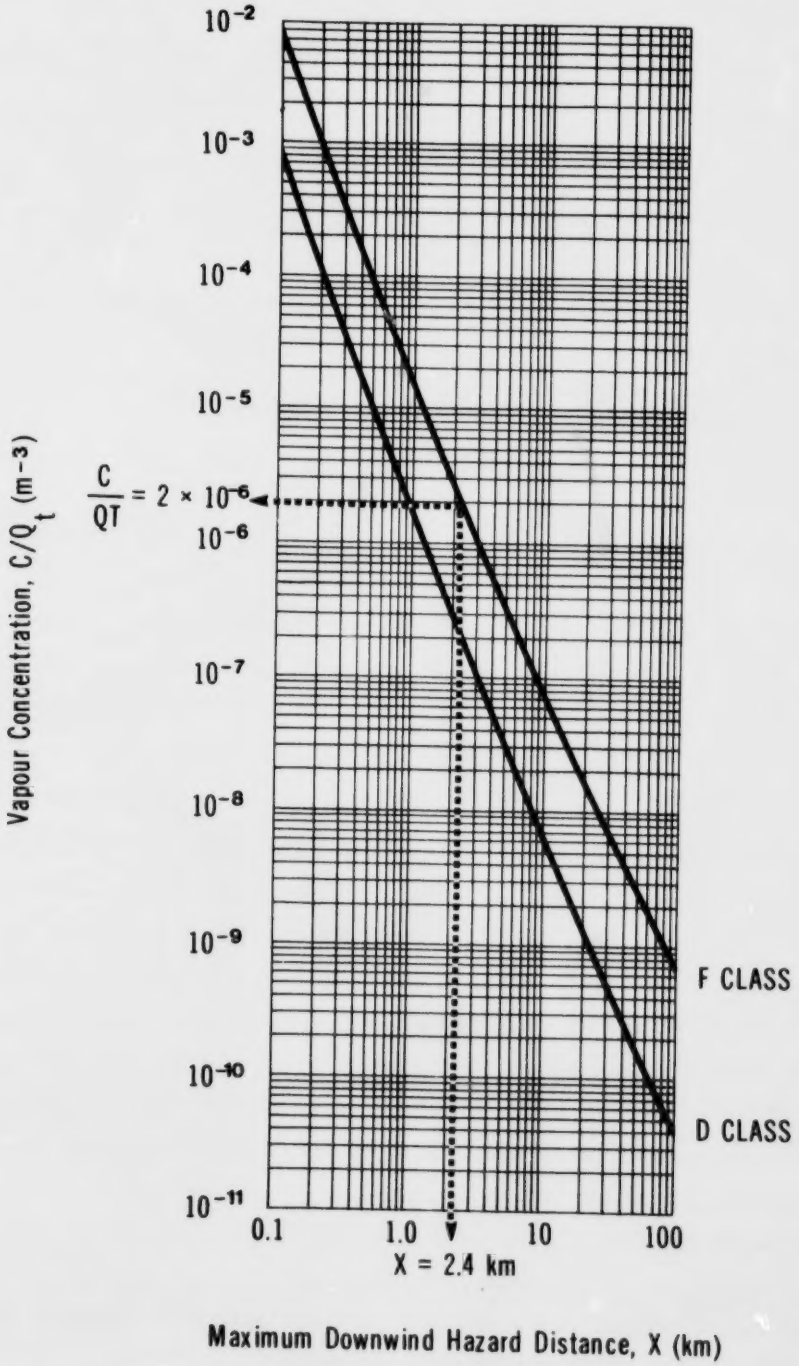


TABLE 7 WEATHER CONDITIONS

Weather Condition F	Weather Condition D
Wind speed < 11 km/h (≈3 m/s) and one of the following: - overcast day - night time - severe temperature inversion	All other weather conditions

Use: The maximum hazard distance, X, downwind of the spill can be calculated from Figure 15 knowing:

- Q_T, the mass of vapour emitted (equivalent to liquid spilled)
- U, the wind speed (m/s)
- the weather condition
- the hazard concentration limit, C, which is the lower value of 10 times the Threshold Limit Value® (TLV in g/m^3), or the Lower Flammability Limit (LFL, in g/m^3). For a simple asphyxiant, no TLV® value is pertinent. The concentration of contaminant that will lower the oxygen level to less than 18 percent v/v (asphyxiation level) is 14 percent v/v. Therefore, the lower of 14 percent v/v or the LFL is used. Note, to convert the LFL (in percent by volume) or the asphyxiation level (in percent by volume) to concentrations in g/m^3, use Figure 17.

5.3.2.2 Table 8: Maximum puff hazard half-widths. This table presents data on the maximum puff hazard half-width, $(W/2)_{max}$, for a range of Q_T values under weather conditions D and F. These data were computed using the dispersion modelling techniques given in the Introduction Manual for a value of the propylene Lower Flammability Limit (LFL) of 40 g/m^3. The maximum puff hazard half-width represents the maximum half-width of the propylene vapour cloud, downwind of the spill site, corresponding to a hazard concentration limit of the LFL. Table 8 is therefore only applicable for a propylene hazard concentration limit of the LFL or 40 g/m^3. Also, data are provided up to a maximum hazard distance downwind of 100 km.

Under weather condition D, the wind speed (U) range applicable is 1 to 30 m/s. The range of instantaneous vapour emission rates (Q_T) used was 0.5 to 1 300 000 tonnes, respectively. If the entire contents of an 80 000 L (17 600 gal.) tank car spill, the mass

TABLE 8 MAXIMUM PUFF HAZARD HALF-WIDTHS (FOR PROPYLENE)

Weather Condition D			Weather Condition F		
Q_T (tonnes)	$(W/2)_{max}$ (m)		Q_T (tonnes)	$(W/2)_{max}$ (m)	
1 300 000	4 045	(99.9 km)*	60 000	1 860	(99.5 km)*
1 200 000	3 920		50 000	1 720	
1 000 000	3 660		25 000	1 280	
750 000	3 275		10 000	865	
500 000	2 805		5 000	645	
250 000	2 150		2 500	480	
200 00	1 980		1 000	335	
150 000	1 770		750	300	
100 000	1 520		500	255	
75 000	1 360		250	195	
50 000	1 160		100	135	
25 000	890		50	105	
10 000	640		25	80	
5 000	495	Q_T = 20 tonnes →	20	75	→ $(W/2)_{max}$ = 75 m
2 500	380		10	55	
1 000	270		5	45	
500	210		2.5	35	
250	165		1	25	
100	115		0.5	20	
50	90				
25	70				
20	65				
10	50				
5	40				
1	25				
0.5	10				

* Data are provided up to a maximum downwind hazard distance of 100 km

Example: Under weather condition F and Q_T = 20 tonnes, then puff hazard half-width $(W/2)_{max}$ = 75 m

Note: Above table is valid only for a propylene concentration of the LFL value, or 40 g/m^3.

spilled would be 48 700 kg or approximately 49 tonnes. Therefore, under class D of Table 8, data are provided for up to 26 500 times this amount. Clearly, this is a very unlikely amount to be spilled. This high value results from maintaining a consistent maximum downwind hazard distance (100 km) for the calculations.

Under weather condition F, the wind speed (U) range applicable is 1 to 3 m/s. The range of instantaneous vapour emission rates (Q_T) used was 0.5 to 60 000 tonnes, respectively. Therefore, under class F of Table 8, data are provided for up to 1200 times a standard rail car load (see note as per class D above).

Use: Knowing the weather condition and Q_T, pick the closest value in the table and the corresponding $(W/2)_{max}$, the maximum puff hazard half-width, in metres. (For an intermediate value, interpolate Q_T and $(W/2)_{max}$ values). Also refer to the example at the bottom of Table 8.

5.3.2.3 Figure 16: Puff travel time versus travel distance. Figure 16 presents plots of puff travel time (t) versus puff travel distance (X_t) as a function of different wind speeds (U). This is simply the graphical presentation of the relationship $X_t = Ut$ for a range of typical wind speeds.

Use: Knowing the time (t) since the spill occurred and the wind speed (U), the distance (X_t) can be determined which indicates how far downwind the puff has travelled.

5.3.3 Sample Calculation. The sample calculation given below is intended to outline the steps required to estimate the downwind hazard zone which could result from a spill of liquid propylene. The user is cautioned to take note of the limitations in the calculation procedures described herein and in the Introduction Manual. The estimates provided here apply only for conditions given. It is recommended that the user employ known or observational estimates (i.e., of the spill quantity) in a particular spill situation if possible.

Problem:

During the night, at about 2:00 a.m., 20 tonnes of liquid propylene were spilled on a flat ground surface. It is now 2:05 a.m. The temperature is 20°C and the wind is from the NW at 7.5 km/h. Determine the extent of the vapour hazard zone.

Solution:

Step 1: Quantity spilled is given, $Q_T = 20$ tonnes

- $Q_T = 20$ tonnes or 20×10^6 g
- $Q_T = 2 \times 10^7$ g

FIGURE 16

PROPYLENE

PUFF TRAVEL TIME VS TRAVEL DISTANCE

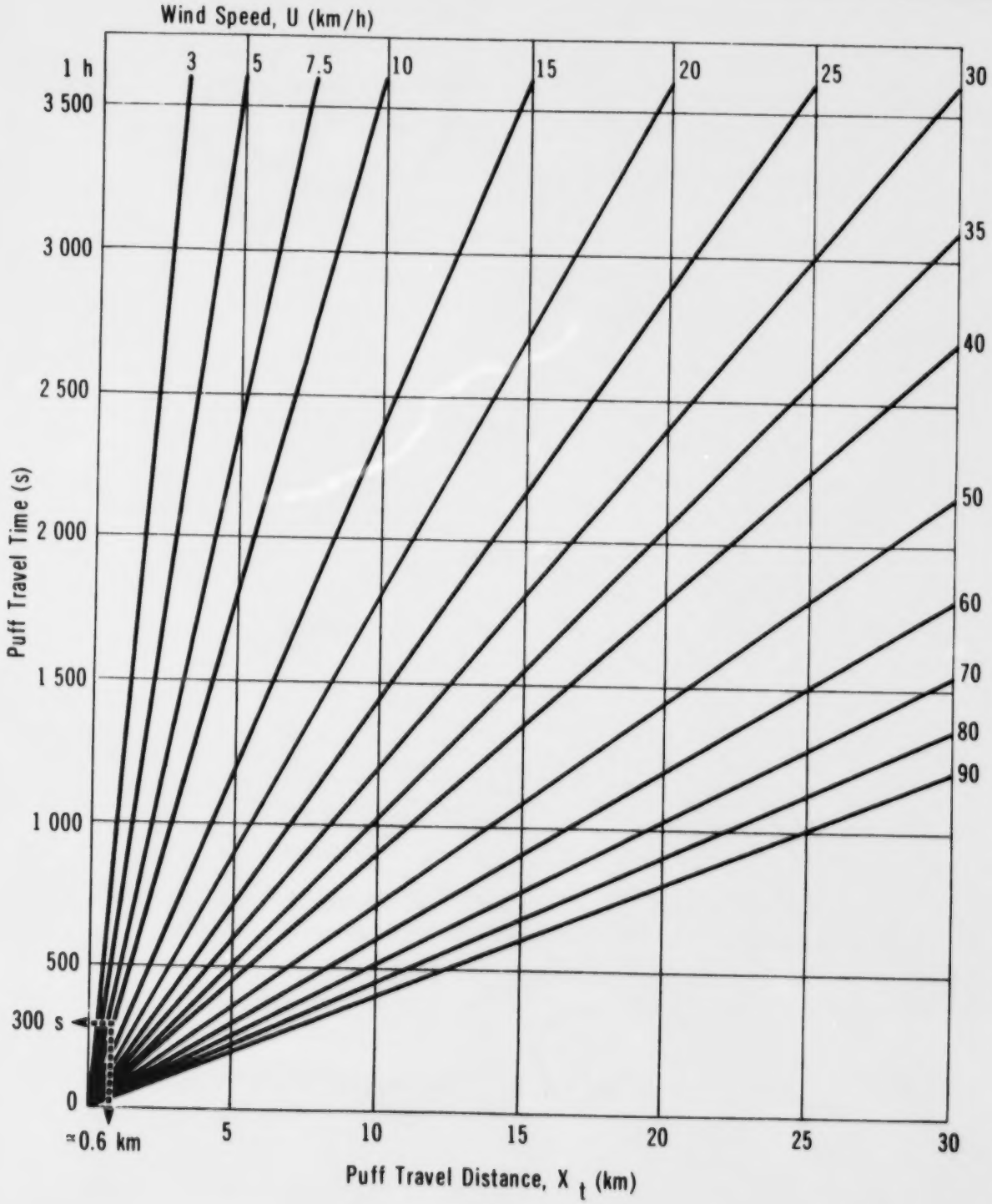
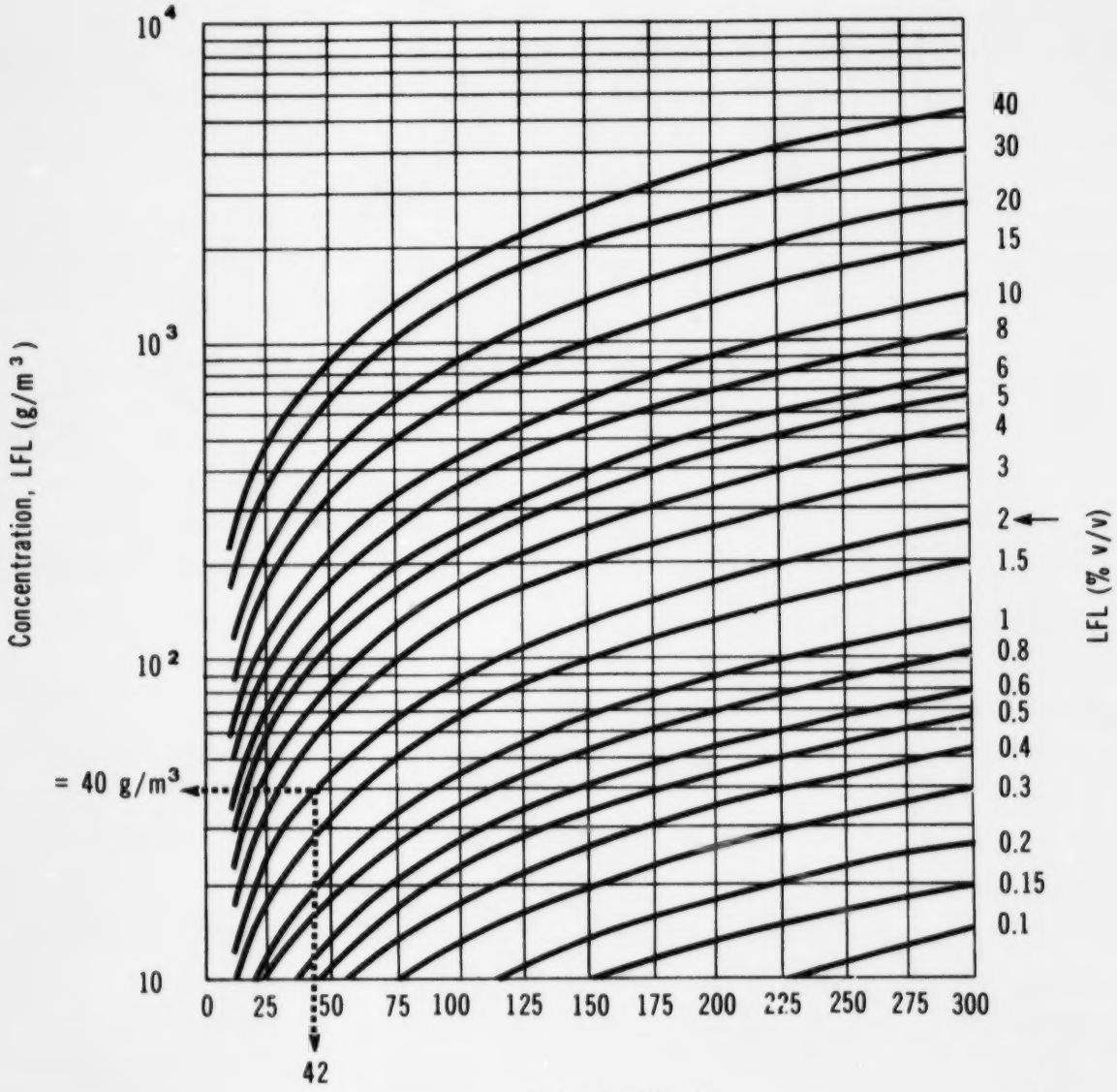


FIGURE 17

PROPYLENE

CONVERSION OF LOWER FLAMMABILITY LIMIT (LFL) UNITS (volume % to g/m³)



Example: Propylene, MW = 42, LFL = 2%, then LFL in g/m³ = 40

Note: data applicable at 25°C and 760 mm Hg pressure

Step 2: Determine wind speed (U) and direction (D)

- Use available weather information, preferably on-site observations
- Given: U = 7.5 km/h, then U = 7.5 ÷ 3.6 = 2.1 m/s
  D = NW or 315° (D = Direction from which wind is blowing)

Step 3: Determine weather condition

- From Table 7, weather condition = F, since U is less than 11 km/h and it is night

Step 4: Determine hazard concentration limit (C)

- This is the lower of the asphyxiation level, or the LFL, so for propylene C = 40 g/m^3 (LFL = 40 g/m^3; asphyxiation level ≈ 280 g/m^3)

Step 5: Compute C/Q_T

- $C/Q_T = \dfrac{40}{2 \times 10^7} = 2.0 \times 10^{-6}\ m^{-3}$

Step 6: Calculate hazard distance (X) from the instantaneous point source

- From Figure 15, with $C/Q_T = 2.0 \times 10^{-6}\ m^{-3}$ and weather condition F, X ≈ 2.4 km

Step 7: Calculate puff hazard half-width, $(W/2)_{max}$

- Use Table 8
- With Q_T = 20 tonnes
- Then for weather condition F, $(W/2)_{max}$ = 75 m

Step 8: Determine the time since spill

- t = 5 min x 60 = 300 s

Step 9: Calculate distance travelled (X_t) by vapour puff since time of accident

- Using Figure 16 with t = 300 s and U = 7.5 km/h, then X_t = 0.6 km (more accurately from X_t = Ut = 2.1 m/s x 300 s = 630 m = 0.63 km)

Step 10:

- Map the hazard zone
- This is done by drawing a rectangular area with dimensions of twice the maximum puff hazard half-width (75 m) by the maximum hazard distance downwind of the instantaneous point source (2.4 km) along the direction of the wind, as shown in Figure 18
- If the wind is reported to be fluctuating by 20° around 315° (or from 315° ± 10°), the hazard zone is defined as shown in Figure 19

FIGURE 18

PROPYLENE

HAZARD AREA FOR STEADY WINDS, EXAMPLE PROBLEM

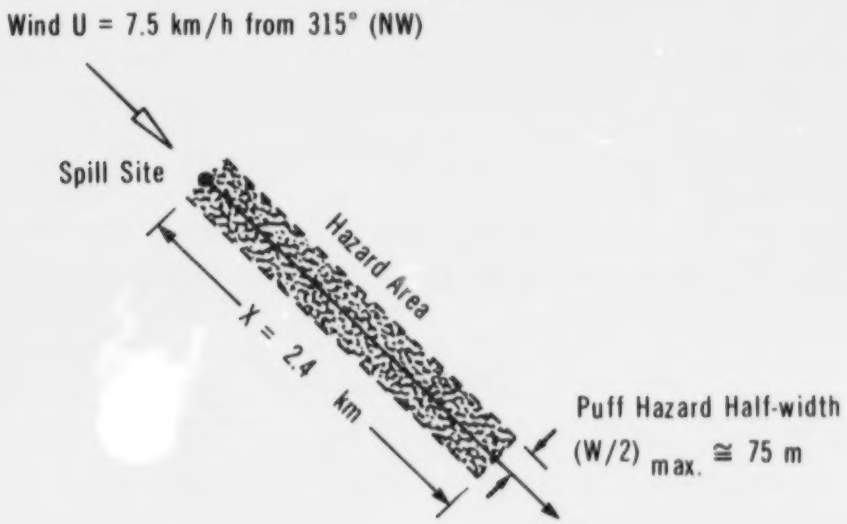
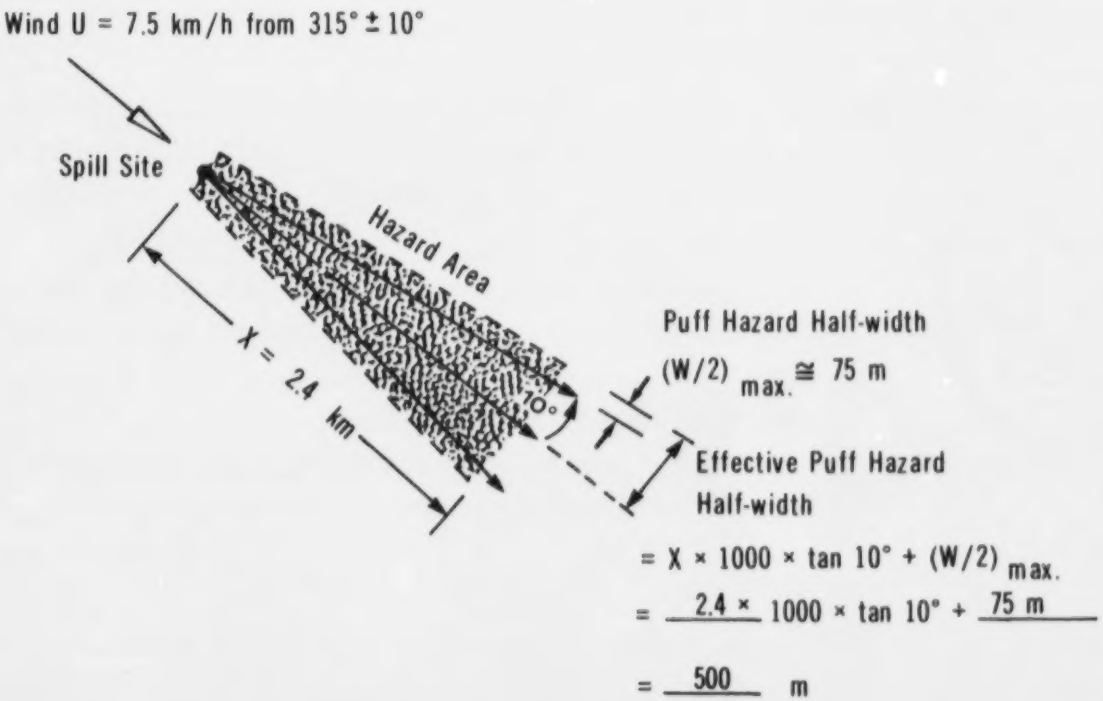


FIGURE 19

PROPYLENE

HAZARD AREA FOR UNSTEADY WINDS , EXAMPLE PROBLEM



- Note that the puff has only travelled 0.63 km in the 5 minutes since the spill. At a wind speed of 7.5 km/h, there remain 14 minutes before the puff reaches the maximum downwind hazard distance of 2.4 km

5.4 Behaviour in Water

5.4.1 Introduction. When spilled on water, propylene will evaporate and at the same time will spread on the surface. Because it has a low solubility, little propylene will be lost from the pool by dissolution. For the purpose of nomogram preparation, the extent of spread on the surface of the water has been estimated, accounting for the loss due to vaporization.

The rate of spreading on water is based on the balance of forces tending to spread the liquid (gravity and surface tension) and those tending to resist spreading (inertial and viscous forces). Since cryogenic liquids, such as propylene, are evaporated quickly, only the initial gravity-inertia regime of spread is considered relevant (Raj 1974). The maximum size of the spill pool depends to a large extent on the rate of vaporization.

The equations representing the spreading of the spill on water are presented in the Introduction Manual. For the purposes of the nomogram presented, the water temperature has been taken at 20°C, representing a reasonable maximum for surface water bodies. This condition maximizes the spill size.

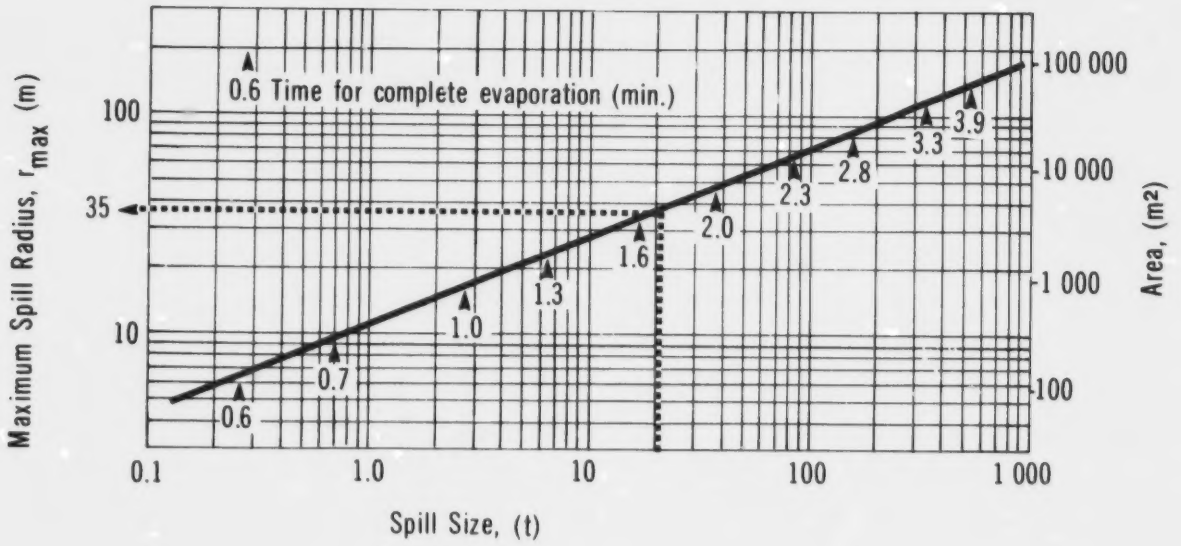
5.4.2 Nomogram for Spreading on Still Water. Figure 20 is presented to simplify the calculation of spreading on still water (without dissolution) and to estimate the time for complete evaporation for a range of spill sizes. Assuming no dissolution in water, Figure 20 provides a simple means of estimating the maximum spill radius for propylene, if the spill size is known. The nomogram is based on data presented in the Hazard Assessment Handbook (CHRIS 1974) and a computer model for simultaneous spreading and evaporation of a cryogenic liquid spilled on water (Raj 1974). The bracketed figures on the nomogram provide an estimate of time for complete evaporation of the spill. Because of the short times involved, the complete time history of the spread of the spill has not been considered. Similarly, the translation distance of the spill by wind or surface current is not considered.

5.4.3 Sample Calculation. A 20 tonne spill of propylene has occurred on a large lake. What is the maximum size of the spill (assuming no dissolution) and approximate time for complete evaporation?

FIGURE 20

PROPYLENE

MAXIMUM SPILL RADIUS VS SPILL SIZE



Solution

- Use Figure 20
- With mass = 20 tonnes, r_{max} = 35 m
- Time for complete evaporation is about 1.7 min

5.5 Subsurface Behaviour: Penetration into Soil

Because propylene boils at -48°C and is insoluble in water, infiltration of either liquid or gaseous propylene into soil, and from it into ground water, is not likely to present a problem in foreseeable spill circumstances. Because of this, no models to estimate propylene movement in soil have been prepared.

6 ENVIRONMENTAL DATA

6.1 Suggested or Regulated Limits

6.1.1 Water. No limits have been set in Canada for propylene in drinking water; 0.5 mg/L is recommended as a maximum in drinking water in the USA (WQCDB-1 1970; Verschueren 1984). The USSR also has a limit of 0.5 mg/L based on organoleptic qualities.

6.1.2 Air. No specific limits have been promulgated or recommended in Canada or the United States.

6.2 Aquatic Toxicity

6.2.1 U.S. Toxicity Rating. Propylene has been assigned a TL_m 96 of greater than 1000 mg/L (RTECS 1979).

6.2.2 Measured Toxicities. None available.

6.3 Toxicity to Other Biota

6.3.1 Plants. Seed plants have shown some effects from propylene exposure; examples cited are epinasty in tomato petiole at 50 ppm for 2 days, and declination in sweet pea seedlings at 1000 ppm for 3 days (Verschueren 1984).

6.4 Degradation

Propylene volatilizes and disperses quickly; on-site degradation is therefore not a factor (OHM-TADS 1981).

6.5 Long-term Fate and Effects

There is no potential for food chain contamination (CHRIS 1978).

7 HUMAN HEALTH

There is a considerable amount of information in the published literature concerning the toxicological effects of test animal and human exposures to propylene. Propylene has been classified as a simple asphyxiant by the USA-ACGIH. It has anesthetic properties. The gas is a nonirritant to the skin; however, burns may result from direct contact with the liquid form.

Propylene has been reported in TOX TIPS (a summary of current research activity) as having been selected for testing by the NCI for carcinogenesis bioassay. No data were encountered in the literature regarding the effect of propylene exposure on reproduction. Propylene was not found to be mutagenic when tested with *E. coli*. This chemical has been reported in the EPA TSCA Inventory.

The toxicological data summarized here have been extracted from reliable standard reference sources and are representative of information in the literature. Only acute (short-term) exposure data are given for nonhuman mammalian species, to support interpretation of the human data where appropriate.

7.1 Recommended Exposure Limits

The exposure standards for propylene are based upon its asphyxiant properties. Canadian provincial guidelines generally are similar to those of USA-ACGIH, unless indicated otherwise.

Guideline (Time)	Origin	Recommended Level	Reference
Time-weighted Averages (TWA)			
Simple Asphyxiant	USA-ACGIH	Minimal oxygen content of breathing air should be 18 percent by volume	TLV 1981
Maximum Permissible Level		4000 ppm	Braker 1977
Threshold Limit Value		4000 ppm	CHRIS 1978
Asphyxiant Simple	Québec	Minimum oxygen content should be 19.5 percent by volume under normal atmospheric conditions	Québec 1979
Short-term Exposure Limits (STEL)		No data	
Other Human Toxicities		No data	

7.2 Irritation Data

7.2.1 Skin Contact.

Exposure Level (and Duration)	Effects	Reference
SPECIES: Human		
Gas	Not irritating to the skin even in high concentrations	MCA 1956
Liquid	Contact will cause frostbite	CHRIS 1978

7.2.2 Eye Contact.

Exposure Level (and Duration)	Effects	Reference
SPECIES: Human		
Gas	Not noticeably irritating to eyes even at high concentrations	MCA 1956
Liquid	Contact will cause frost burns	MCA 1956

7.3 Threshold Perception Properties

7.3.1 Odour. Odour Characteristics: Aromatic, neutral to unpleasant (Verschueren 1984). Odour Index: 14 792 (Verschueren 1984).

Parameter	Concentration	Reference
Odour Threshold	17.3 mg/m^3 (10 ppm)	Patty 1981
TOC (recogn.)	67.6 ppm	Verschueren 1984
TOC (Absolute Perception Limit)	22.5 ppm	Verschueren 1984

7.3.2 Taste. No data.

7.4 Long-term Studies

7.4.1 Inhalation.

Exposure Level (and Duration)	Effects	Reference
Acute Exposures		
SPECIES: Human		
75, 50 and 40 percent (by volume) (Few min)	Reddening of eyelids, flushed face, lacrimation, coughing. No variation in respiratory or pulse rates or electro-cardiograms noted	Patty 1981
50 percent (2 min)	Anesthesia in 2 minutes, followed by complete recovery without any physiologic indications	Patty 1981
40 and 35 percent (Unspecified duration)	Two subjects vomited during or after experiments. One complained of vertigo	Patty 1981
33 and 24 percent (3 min)	Mild intoxication, paresthesia, inability to concentrate. Unconsciousness	Patty 1981
24 percent propylene and 33 percent oxygen (3 min)	Intoxication, unconsciousness	MCA 1956
12.8 percent (1 min)	Mild intoxication, paresthesia, inability to concentrate	Patty 1981
6.4 percent propylene and 26 percent oxygen (2.25 min)	Mild intoxication, drowsiness, tingling of the skin and inability to concentrate	MCA 1956
6.4 percent (2.25 min)	Mild intoxication, paresthesia, inability to concentrate	Patty 1981
SPECIES: Dog		
Unspecified	Cardiac sensitizer	Patty 1981
SPECIES: Cat		
Concentration of 70 percent	Blood pressure decrease and rapid pulse	Patty 1981

Exposure Level (and Duration)	Effects	Reference
SPECIES: Rat		
Concentration of 70 percent (1 to 3 min)	Deep anesthesia with no CNS signs or symptoms	Patty 1981
Concentration of 65 percent (2 to 5 min)	Deep anesthesia with no CNS signs or symptoms	Patty 1981
Concentration of 40 percent	Light anesthesia, no toxic symptoms within 6 hours	Patty 1981

7.4.2 Ingestion. Ingestion is unlikely as propylene is a gas under normal atmospheric conditions.

7.4.3 Mutagenicity. Propylene was not mutagenic when tested with *E. coli.* (Patty 1981).

7.5 Symptoms of Exposure

General symptoms of exposure found in most information sources have not been specifically referenced. Only those of a more specific or unusual nature have their sources indicated.

7.5.1 Inhalation.

1. Need for fresh air.
2. Rapid, occasionally irregular breathing.
3. Headache.
4. Fatigue.
5. Giddiness
6. Nausea and vomiting.
7. Mental confusion.
8. Exhaustion.
9. Narcosis, irregular heartbeat.
10. Loss of consciousness.
11. Convulsions.
12. Death.

7.5.2 Ingestion. Ingestion is unlikely as propylene is a gas under normal atmospheric conditions.

7.5.3 Skin Contact. Gaseous propylene is not irritating to skin (Patty 1981). Liquid may cause frostbite (CHRIS 1978).

1. Feeling of intense cold (Lefèvre 1980).
2. Insensitivity to pain.
3. Congestion of blood vessels, rapidly becoming painful (freezing) (Lefèvre 1980).

7.5.4 Eye Contact. The vapours have no serious irritating effect on the eyes (MCA 1956). Contact with the liquid may cause frostbite (Lefèvre 1980).

8 CHEMICAL COMPATIBILITY

8.1 Compatibility of Propylene with Other Chemicals and Chemical Groups

SPECIFIC CHEMICAL OR CHEMICAL GROUP	HEAT GENERATION	FIRE	EXPLOSION	FORMATION OF FLAMMABLE GASES	VIOLENT POLYMERIZATION	DECOMPOSITION	FORMATION OF TOXIC FUMES	FORMATION OF SUBSTANCES OF GREATER TOXICITY	PRESSURIZATION IN CLOSED VESSELS	SOLUBILIZATION	VIOLENT REACTION	NON-HAZARDOUS REACTION	SPECIFICS	REFERENCE
GENERAL														
Fire	•													NFPA 1978
Heat	•													NFPA 1978
High Pressure		•			•								Explosive decomposition under 486 000 kPa pressure	Bretherick 1979
Water (42 to 75°C)		•											Vapour-expansion explosion of liquefied propylene on contact with warm water	Bretherick 1979; Kirk-Othmer 1982
SPECIFIC CHEMICALS														
Lithium Nitrate and Sulphur Dioxide		•			•								Mixture of three explodes (polymerizes)	Bretherick 1979
Nitrogen Tetroxide		•											Mixture explodes	NFPA 1978
Trifluoromethyl Hypofluorite		•											Explodes on mixing with several hydrocarbons	Bretherick 1979

9 COUNTERMEASURES

9.1 Recommended Handling Procedures

The following procedures have been derived from a literature review. To avoid any deviation from the intended meaning, the wording of the original source has been presented essentially unchanged - in so doing, it is recognized that there may be some discrepancies between different sources of information. It is recognized that countermeasures are dependent on the situation, and thus what may appear to be conflicting information may in fact be correct for different situations. These procedures should not be considered as Environment Canada's recommendations.

9.1.1 Fire Concerns. Propylene is an extremely flammable gas. Its vapours may travel along surfaces to ignition sources and flash back. The gas forms explosive mixtures with air (NFPA 1978). Flame impingement on the outer shell (vapour area) of a propylene tank can weather the metal and lead to a boiling liquid expanding-vapour explosion (Bleve) (CCPA 1983).

9.1.2 Fire Extinguishing Agents. Use water spray to cool containers involved in a fire to help prevent puncture (ERG 1980).

Small fires: Dry chemical or CO_2

Large fires: Water spray, fog or foam

Move containers from fire area if this can be done without risk. Stay away from tank ends. For massive fire in cargo area, use unmanned hose holder or monitor nozzles (ERG 1980).

9.1.3 Spill Actions, Cleanup and Treatment

9.1.3.1 General. Stop or reduce discharge of material if this can be done without risk. Eliminate all sources of ignition. Avoid skin contact and inhalation (Air Products SGMSDS 1978). Water spray may be used to reduce vapours and to protect men effecting the shut-off (ERG 1980; MCA 1956).

Leaking containers should be removed to an isolated, well-ventilated area and, if possible, the contents transferred to other suitable containers. If the leak cannot be stopped, let the gas disperse in air (MCA 1956).

9.1.3.2 Spills on land. As propylene will evaporate rapidly, treat as vapour spill.

9.1.3.3 Spills in water. As propylene will evaporate rapidly, treat as vapour spill.

9.1.4 Disposal. Return all unused quantities to manufacturing company for disposal (Air Products SGMSDS 1978). Propylene may be burned but do not allow the flame to go out since the release of a cloud of propylene to the environment poses a major fire/explosion hazard (OHM-TADS 1981; MCA 1956).

9.1.5 Protective Measures. For entry into a situation where the spilled material and its characteristics are unknown, self-contained breathing apparatus and a totally encapsulated chemical suit should be worn.

If the spilled material is known to be propylene:

- Safety goggles, impervious clothing and positive pressure self-contained breathing apparatus should be worn (OHM-TADS 1981; Air Products SGMSDS 1978).
- Rubber gloves and face protecting shield (HTHC 1981).
- Chemical safety goggles for eye protection and faceshields for face protection should also be considered (MCA 1956).
- Plastic or neoprene-coated canvas gloves should be worn where liquid propylene is handled (MCA 1956).

9.1.6 Special Precautions. Protect cylinder against physical damage. Store cylinders in a cool, dry, well-ventilated area of noncombustible construction. Protect cylinders from excessive temperature rise by storing away from sources of heat. No part of a cylinder should be subjected to a temperature above 52°C. Store cylinders in an upright position and secure firmly. Segregate full and empty cylinders. Isolate from oxygen and other oxidizers. Avoid exposure to areas where salt or other corrosive chemicals are present. Ground and bond all lines and equipment used with propylene. Do not use near sparking motors or other equipment which is not explosion-proof (Air Products SGMSDS 1978).

10 PREVIOUS SPILL EXPERIENCE

This section contains information on previous spill experience which will be useful to readers in understanding spill response and countermeasures. Only those which meet the criteria are included, and thus, the number of experiences is not an indication of the problems or frequency of spillage. As technology in spill control advances, this section will be updated in future manual revisions to include the most useful information.

Although spills of this material have been recorded, no significant information regarding cleanup methods or response has been documented.

11 ANALYTICAL METHODS

The general approach adopted for each of the Priority Chemicals was as follows.

Methods have been documented here for the analysis of samples from air, water and soil in a normally equipped chemical laboratory remote from the spill site. Customary sources of standard or recommended analytical methods were consulted, and outlines are presented for each chemical. These sources included publications of the U.S. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), the U.S. Environmental Protection Agency (EPA), the American Water Works Association (AWWA), the American Society for Testing and Materials (ASTM), and the American National Standards Institute (ANSI).

If the standard or recommended methods were judged to be reliable and specific enough for the analysis of environmental and materials samples from spill sites and if they do not require highly specialized laboratory equipment, no additional methods were sought.

If especially simple, reliable tests (e.g., commonly used industrial methods) were found, they have been presented as well.

11.1 Quantitative Method for the Detection of Propylene in Air

11.1.1 Gas Chromatography (ASTM 1981). A range of 0.1 percent and above of propylene in air may be determined by gas chromatography. A direct injection of the sample is suggested.

A known volume of air is drawn into a gas sampling bag. A sample size of 5 L is recommended. A suitable sample bag connection which allows injection of the sample into the detector is used. The concentration is determined using retention times and peak height as well as a standard curve.

Typical gas chromatograph conditions are: a 30 ft. x 1/4 in. column of 17 percent hexamethylphosphoramide on 35 to 80 mesh chromosorb, helium carrier gas flow rate of 60 to 70 mL/min, column temperature at 30°C, and thermal conductivity detection.

11.2 Qualitative Method for the Detection of Propylene in Air

The sample is collected using a vacuum pump and a 7 cm charcoal adsorbent tube. It is then desorbed with 0.5 mL of carbon disulphide. Two drops of sample are placed in a clean test tube and a 1 percent solution of bromine in carbon tetrachloride is

added drop-wise. De-colouration of the bromine solution indicates the presence of an alkene (Owen 1969; Supelco 1977).

11.3 Quantitative Method for the Detection of Propylene in Water

11.3.1 Partition Infrared (AWWA 1981). A range of 17.01 to 170.12 ppm propylene may be determined in water using a partition infrared method which is suitable for a variety of organic compounds.

A minimum of 1 L of representative sample is collected in an appropriate container and acidified to pH 2 or lower with dilute hydrochloric acid. A 5 mL volume of acid should be sufficient. The sample is transferred to a separatory funnel. A 30 mL volume of Freon 113® (1,1,2-trichloro-1,2,2-trifluoroethane) is used to rinse and is then added to the separatory funnel. The solvent layer is drained into a 100 mL volumetric flask. Two more 30 mL Freon 113® extractions are carried out and the extracts combined in the 100 mL volumetric flask. The volume is adjusted to 100 mL with Freon 113® and the sample scanned on a suitable infrared spectrophotometer from 3000 to 900 cm^{-1} using matched 1 cm cells. The sample concentration is determined from a calibration curve.

11.4 Qualitative Method for the Detection of Propylene in Water

The sample is collected as in Section 11.3.1. Two drops of sample are placed in a dry test tube and a 1 percent solution of bromine in carbon tetrachloride is added drop-wise. De-colouration of the bromine solution indicates the presence of an alkene (Owen 1969).

12 REFERENCES AND BIBLIOGRAPHY

12.1 References

Air Products SGMSDS 1978: Air Products and Chemicals, Inc., Specialty Gas Material Safety Data Sheet, Allentown, PA. (June, 1978).

ASTM 1981: American Society for Testing and Materials, ASTM Standards on Chromatography, Philadelphia, PA, ASTM Designation D2163. (1981).

AWWA 1981: American Water Works Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 15th Edition, American Public Health Association, Washington, DC, p. 465. (1981).

Blokker 1971: Blokker, P.C., Migration of Oil in Soil, Presented at International Conference "Antinquinamenta 71", Milan Fair of Anti-Pollution Equipment, Report No. 9/71, Milan, Italy. (November, 1971).

Braker 1977: Braker, W., Mossman, A.L., Siegal, D., Effects of Exposure to Toxic Gases - First Aid and Medical Treatment, Second Edition, Matheson, Lyndhurst, NJ. (1977).

Bretherick 1979: Bretherick, L., Handbook of Reactive Chemical Hazards, Second Edition, Butterworths, London, England. (1979).

CBG 1980: Southam Business Publications Ltd., "1981 Chemical Buyers' Guide", Canadian Chemical Processing, Vol. 64, No. 9, Don Mills, Ontario. (December, 1980).

CCPA 1983: Canadian Chemical Producers' Association, Ottawa, Ontario, Private Communication. (1983).

CDS 1967: National Association of Corrosion Engineers, Corrosion Data Survey, Houston, TX. (1967).

Chem. Eng. 1975: Yaws, C.L., "Physical and Thermodynamic Properties", Chemical Engineering, Vol. 82, No. 7, pp. 101-109. (31 March 1975).

CHRIS 1974: U.S. Department of Transportation, CHRIS Hazard Assessment Handbook, U.S. Coast Guard, Washington, DC, CG-446-3. (April, 1974).

CHRIS 1978: U.S. Department of Transportation, Coast Guard, Chemical Hazards Response Information System (CHRIS), Washington, DC. (1978).

Corpus 1983: Corpus Information Services Ltd., "Propylene", Chemical Product Profiles, Don Mills, Ontario. (June, 1983).

CRC 1980: Weast, R.C. (ed.), CRC Handbook of Chemistry and Physics, 60th Edition, Chemical Rubber Publishing Company, Cleveland, OH. (1980).

Doc. TLV 1981: American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), Documentation of Threshold Limit Values, Fourth Edition, Cincinnati, OH. (1981).

Dow ERIS 1979: Dow Chemical Canada Inc., Emergency Response Information Sheet, Sarnia, Ontario. (1979).

Dymond 1979: Dymond, J.H., Smith, E.B., The Virial Coefficients of Gases, Clarendon Press, Oxford. (1969).

EPA 670/2-75-042: Pilie, R.J., et al., Methods to Treat, Control and Monitor Spilled Hazardous Materials, U.S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Cincinnati, OH. (June, 1975).

ERG 1980: U.S. Department of Transportation, Hazardous Materials, 1980 Emergency Response Guidebook, U.S. Department of Transportation, Research and Special Programs Administration, Materials Transportation Bureau, Washington, DC. (1980).

Freeze and Cherry 1979: Freeze, R.A., Cherry, J.A., Groundwater, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ. (1979).

Hansch and Leo 1979: Hansch, C., Leo, A., Substitute Constants for Correlation Analysis in Chemistry and Biology, John Wiley & Sons Inc., New York, NY. (1979).

HCG 1981: Compressed Gas Association, Inc., Handbook of Compressed Gases, Second Edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY. (1981).

HTHC 1981: Sittig, M., Handbook of Toxic and Hazardous Chemicals, Noyes Publications, Park Ridge, NJ. (1981).

Kirk-Othmer 1982: Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Third Edition, Vol. 19, John Wiley & Sons, New York, NY. (1979).

Lefèvre 1980: Lefèvre, M.J., Becker, E.O., First Aid Manual for Chemical Accidents -For Use with Nonpharmaceutical Chemicals, Dowden, Hutchinson, and Ross, Inc., Stroudsburg, PA. (1980).

Matheson 1980: Matheson Gas Data Book, Matheson Gas Products, Lyndhurst, NJ. (1980).

MCA 1956: Manufacturing Chemists Association, "Propylene", Chemical Safety Data Sheet, Washington, DC. (1956).

Merck 1976: Windholz, M., Budavari, S., Stroumtsos, L.Y., Fertig, M.N. (ed.), The Merck Index, Ninth Edition, Merck & Co. Inc., Rahway, NJ. (1976).

NFPA 1978: National Fire Protection Association, Fire Protection Guide on Hazardous Materials, Seventh Edition, Boston, MA. (1978).

OHM-TADS 1981: Oil and Hazardous Materials Technical Assistance Data System, U.S. Environmental Protection Agency, Oil and Special Materials Control Division, Office of Water Program Operations, Washington, DC. (1981).

Owen 1969: Owen, T.C., Characterization of Organic Compounds by Chemical Methods, Marcel Dekker, Inc., New York, NY, p. 156. (1969).

Patty 1981: Clayton, G.D., Clayton, F.E. (ed.), Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, Vols. 2A, 2B, Third Revised Edition, John Wiley and Sons Canada Limited, Toronto, Ontario. (1981).

PC 1981: Personal Communication, Petrosar Limited, Corunna, Ontario. (18 December 1981).

PPCC 1959: Physical Properties of Chemical Compounds - II, American Chemical Society, Washington, DC. (1959).

PPH 1974: Gallant, R.W., Physical Properties of Hydrocarbons, Vol. 1, Gulf Publishing Company, Houston, TX. (1974).

Québec 1979: Cabinet du Lieutenant-Gouverneur, Gazette Officielle du Québec: Partie 2, Lois et règlements,, L'Éditeur Officiel du Québec. (Novembre, 1979).

Raj 1974: Raj, P.P.K., Lakekar, A.S., Assessment Models in Support of Hazard Assessment Handbook, Prepared for the Department of Transportation, U.S. Coast Guard, Washington, DC, p. 238. (January, 1974).

RTDCR 1974: Regulations for the Transportation of Dangerous Commodities by Rail, Canadian Transport Commission, published by Supply & Services Canada, Ottawa, Ontario. (1974).

RTECS 1979: Lewis, R.J., Tatken, R.L., Registry of Toxic Effects of Chemical Substances, 1979, Vols. 1 and 2, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Cincinnati, OH. (September, 1980).

Sask. 1981: Saskatchewan Ministry of Labour, Occupational Health and General Regulations, Saskatchewan Labour, Occupational Health and Safety Branch, Regina, Saskatchewan. (May, 1981).

Scott 1979: Scott's Industrial Directory of Ontario Manufacturers, 12th Edition, Penstock Directories Limited, Oakville, Ontario. (1979).

Shreve 1977: Shreve, R.N., Brink, J.A., Chemical Process Industries, Fourth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY. (1977).

Supelco 1977: Supelco Inc., Determination of Organic Vapours in the Industrial Atmosphere, Bulletin 769B, Belleforte, PA. (1977).

Sussex 1977: Pedley, J.B., Rylance, J., Sussex-N.P.L. Computer Analysed Thermochemical Data: Organic and Organometallic Compounds, University of Sussex, Sussex, Brighton, England. (1977).

TCM 1979: General American Transportation Corporation, Tank Car Manual, Chicago, IL. (May, 1979).

TLV 1981: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, TLV®s Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents in the Workroom Environment with Intended Changes for 1981, Cincinnati, OH. (1981).

Ullmann 1975: Ullmanns Encyklopaedie der technischen Chemie, Verlag Chemie, Weinheim. (1975).

Verschueren 1984: Verschueren, K., Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY. (1984).

WQCDB-1 1970: Environmental Protection Agency, Water Quality Criteria Data Book: Organic Chemical Pollution of Freshwater, U.S. Environmental Protection Agency, Water Quality Office, Washington, DC, Vol. I, pp. 153, 303. (1970).

12.2 Bibliography

Air Products and Chemicals, Inc., Specialty Gas Material Safety Data Sheet, Allentown, PA. (June, 1978).

American Chemical Society, Physical Properties of Chemical Compounds - II, Washington, DC. (1959).

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), Documentation of Threshold Limit Values, Fourth Edition, Cincinnati, OH. (1981).

American Conference of Governmental Industrial Hygienists, TLV•s Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents in the Workroom Environment with Intended Changes for 1981, Cincinnati, OH. (1981).

American Society for Testing and Materials, ASTM Standards on Chromatography, Philadelphia, PA, ASTM Designation D2163. (1981).

American Water Works Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 15th Edition, American Public Health Association, Washington, DC, p. 465. (1981).

Blokker, P.C., Migration of Oil in Soil, Presented at International Conference "Antinquinamenta 71", Milan Fair of Anti-Pollution Equipment, Report No. 9/71, Milan, Italy. (November, 1971).

Braker, W., Mossman, A.L., Siegal, D., Effects of Exposure to Toxic Gases - First Aid and Medical Treatment, Second Edition, Matheson, Lyndhurst, NJ. (1977).

Bretherick, L., Handbook of Reactive Chemical Hazards, Second Edition, Butterworths, London, England. (1979).

Cabinet du Lieutenant-Gouverneur, Gazette Officielle du Québec: Partie 2, Lois et règlements, L'Éditeur Officiel du Québec. (Novembre, 1979).

Canadian Chemical Producers' Association, Ottawa, Ontario, Private Communication. (1983).

Canadian Transport Commission, Regulations for the Transportation of Dangerous Commodities by Rail, published by Supply & Services Canada, Ottawa, Ontario. (1974).

Clayton, G.D., Clayton, F.E. (ed.), Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, Vols. 2A, 2B, Third Revised Edition, John Wiley and Sons Canada Limited, Toronto, Ontario. (1981).

Compressed Gas Association, Inc., Handbook of Compressed Gases, Second Edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY. (1981).

Corpus Information Services Ltd., "Propylene", Chemical Product Profiles, Don Mills, Ontario. (June, 1983).

Dow Chemical Canada Inc., Emergency Response Information Sheet, Sarnia, Ontario. (1979).

Dymond, J.H., Smith, E.B., The Virial Coefficients of Gases, Clarendon Press, Oxford. (1969).

Environmental Protection Agency, Water Quality Criteria Data Book: Organic Chemical Pollution of Freshwater, U.S. Environmental Protection Agency, Water Quality Office, Washington, DC, Vol. I, pp. 153, 303. (1970).

Freeze, R.A., Cherry, J.A., Groundwater, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ. (1979).

Gallant, R.W., Physical Properties of Hydrocarbons, Vol. 1, Gulf Publishing Company, Houston, TX. (1974).

General American Transportation Corporation, Tank Car Manual, Chicago, IL. (May, 1979).

Hansch, C., Leo, A., Substitute Constants for Correlation Analysis in Chemistry and Biology, John Wiley & Sons Inc., New York, NY. (1979).

Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Third Edition, Vol. 19, John Wiley & Sons, New York, NY. (1979).

Lefèvre, M.J., Becker, E.O., First Aid Manual for Chemical Accidents - For Use with Nonpharmaceutical Chemicals, Dowden, Hutchinson, and Ross, Inc., Stroudsburg, PA. (1980).

Lewis, R.J., Tatken, R.L., Registry of Toxic Effects of Chemical Substances, 1979, Vols. 1 and 2, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Cincinnati, OH. (September, 1980).

Manufacturing Chemists Association, "Propylene", Chemical Safety Data Sheet, Washington, DC. (1956).

Matheson Gas Products, Matheson Gas Data Book, Lyndhurst, NJ. (1980).

National Association of Corrosion Engineers, Corrosion Data Survey, Houston, TX. (1967).

National Fire Protection Association, Fire Protection Guide on Hazardous Materials, Seventh Edition, Boston, MA. (1978).

Oil and Hazardous Materials Technical Assistance Data System, U.S. Environmental Protection Service, Oil and Special Materials Control Division, Office of Water Program Operations, Washington, DC. (1981).

Owen, T.C., Characterization of Organic Compounds by Chemical Methods, Marcel Dekker, Inc., New York, NY, p. 156. (1969).

Pedley, J.B., Rylance, J., Sussex-N.P.L. Computer Analysed Thermochemical Data: Organic and Organometallic Compounds, University of Sussex, Sussex, Brighton, England. (1977).

Personal Communication, Petrosar Limited, Corunna, Ontario. (18 December 1981).

Pilie, R.J., et al., Methods to Treat, Control and Monitor Spilled Hazardous Materials, U.S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Cincinnati, OH, EPA 670/2-75-042. (June, 1975).

Raj, P.P.K., Lakekar, A.S., Assessment Models in Support of Hazard Assessment Handbook, Prepared for the Department of Transportation, U.S. Coast Guard, Washington, DC, p. 238. (January, 1974).

Saskatchewan Ministry of Labour, Occupational Health and General Regulations, Saskatchewan Labour, Occupational Health and Safety Branch, Regina, Saskatchewan. (May, 1981).

Scott's Industrial Directory of Ontario Manufacturers, 12th Edition, Penstock Directories Limited, Oakville, Ontario. (1979).

Shreve, R.N., Brink, J.A., Chemical Process Industries, Fourth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY. (1977).

Sittig, M., Handbook of Toxic and Hazardous Chemicals, Noyes Publications, Park Ridge, NJ. (1981).

Southam Business Publications Ltd., "1981 Chemical Buyers' Guide", Canadian Chemical Processing, Vol. 64, No. 9, Don Mills, Ontario. (December, 1980).

Supelco Inc., Determination of Organic Vapours in the Industrial Atmosphere, Bulletin 769B, Belleforte, PA. (1977).

Ullmanns Encyklopaedie der technischen Chemie, Verlag Chemie, Weinhein. (1975).

U.S. Department of Transportation, CHRIS Hazard Assessment Handbook, U.S. Coast Guard, Washington, DC, CG-446-3. (April, 1974).

U.S. Department of Transportation, Hazardous Materials, 1980 Emergency Response Guidebook, U.S. Department of Transportation, Research and Special Programs Administration, Materials Transportation Bureau, Washington, DC. (1980).

U.S. Department of Transportation, Coast Guard, Chemical Hazards Response Information System (CHRIS), Washington, DC. (1978).

Verschueren, K., Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY. (1984).

Weast, R.C. (ed.), CRC Handbook of Chemistry and Physics, 60th Edition, Chemical Rubber Publishing Company, Cleveland, OH. (1980).

Windholz, M., Budavari, S., Stroumtsos, L.Y., Fertig, M.N. (ed.), The Merck Index, Ninth Edition, Merck & Co. Inc., Rahway, NJ. (1976).

Yaws, C.L., "Physical and Thermodynamic Properties", Chemical Engineering, Vol. 82, No. 7, pp. 101-109. (31 March 1975).

Environment Canada Environnement Canada

Copy

2034477 G

EnviroTIPS

Common Abbreviations

BOD	biological oxygen demand
b.p.	boiling point
CC	closed cup
cm	centimetre
CMD	count median diameter
COD	chemical oxygen demand
conc	concentration
c.t.	critical temperature
eV	electron volt
g	gram
ha	hectare
Hg	mercury
IDLH	immediately dangerous to life and health
Imp. gal.	imperial gallon
in.	inch
J	joule
kg	kilogram
kJ	kilojoule
km	kilometre
kPa	kilopascal
kt	kilotonne
L	litre
lb.	pound
LC_{50}	lethal concentration fifty
LC_{LO}	lethal concentration low
LD_{50}	lethal dose fifty
LD_{LO}	lethal dose low
LEL	lower explosive limit
LFL	lower flammability limit
m	metre
m	meta
M	molar
MAC	maximum acceptable concentration
max	maximum
mg	milligram
MIC	maximum immission concentration
min	minute or minimum
mm	millimetre
µg	microgram
µm	micrometre
°Be	degrees Baumé (density)
MMAD	mass median aerodynamic diameter
MMD	mass median diameter
m.p.	melting point
MW	molecular weight
N	newton
NAS	National Academy of Sciences
NFPA	National Fire Protection Association
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
nm	nanometre
o	ortho
OC	open cup
p	para
P_c	critical pressure
PEL	permissible exposure level
pH	measure of acidity/alkalinity
ppb	parts per billion
ppm	parts per million
P_s	standard pressure
psi	pounds per square inch
s	second
STEL	short-term exposure limit
STIL	short-term inhalation limit
T_c	critical temperature
TC_{LO}	toxic concentration low
Td	decomposition temperature
TD_{LO}	toxic dose low
TL_m	median tolerance limit
TLV	Threshold Limit Value
Ts	standard temperature
TWA	time weighted average
UEL	upper explosive limit
UFL	upper flammability limit
VMD	volume mean diameter
v/v	volume per volume
w/w	weight per weight

Environnement Canada
Service de la protection de l'environnement

Environment Canada
Environmental Protection Service

collection
ENVIROGUIDE

LE PROPYLÈNE

Canada

85-2824/

COLLECTION «ENVIROGUIDE»

La collection «Enviroguide» est constituée de guides d'information technique à utiliser en cas de déversements de matières dangereuses. Chaque guide fournit une masse considérable d'information relative au produit chimique dont il traite. L'information ainsi présentée a pour but d'aider l'utilisateur à mettre sur pied un plan d'intervention en cas d'accident et à évaluer les incidences sur l'environnement que peut avoir tel ou tel polluant. Le contenu de chacun des guides a été vérifié par la Direction des services techniques du Service de la protection de l'environnement avant que ne soit autorisée sa publication. Il est à noter qu'une telle autorisation n'implique pas que le contenu des guides reflète les points de vue ou la politique du Service de la protection de l'environnement. De même, le fait de mentionner des marques déposées ou des noms de produits commerciaux ne doit pas être interprété comme une forme de recommandation.

collection
ENVIROGUIDE

LE PROPYLÈNE

SERVICE DE LA PROTECTION
DE L'ENVIRONNEMENT

DIRECTION GÉNÉRALE DES PROGRAMMES
DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

DIRECTION DES SERVICES TECHNIQUES

OTTAWA
NOVEMBRE 1984
ENVIRONNEMENT CANADA

Publication
distribuée par le Service des publications
Service de la protection de l'environnement
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 1C8

Édition française de
Propylene
préparée par le Module d'édition française

English copy available at the above mentioned address

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1984
N° de cat. En 48-10/22-1984F
ISBN 0-662-92903-9
IMPRIMERIE BEAUREGARD LIMITÉE

AVANT-PROPOS

La collection «Enviroguide» a été lancée officiellement en 1983. Elle est constituée de guides d'information technique sur les produits chimiques qui sont les plus souvent en cause dans les cas de déversements accidentels. Les guides, qui s'adressent à des spécialistes dans le domaine des déversements, sont conçus pour aider à planifier les interventions d'urgence et évaluer les incidences sur l'environnement.

Vu la grande quantité d'information présentée et le caractère très technique des guides, ces derniers ne s'adressent pas au personnel de première intervention, pour qui existent déjà des manuels plus appropriés.

L'information offerte a été glanée en majeure partie dans des publications déjà existantes. Les auteurs ont pris grand soin, aussi bien au stade de la compilation qu'à celui de la révision, de vérifier la justesse des éléments retenus. Néanmoins, il ne faut pas voir dans la publication de ces éléments d'information une forme de recommandation de la part du gouvernement du Canada ni de quelque autre groupe.

REMERCIEMENTS

La version définitive du présent guide est l'oeuvre du personnel du Service de la protection de l'environnement, qui a procédé à la refonte de nombreux passages du texte initial, ajouté maints renseignements et commentaires et préparé les schémas et les figures.

Le travail préliminaire avait été donné à contrat par Environnement Canada aux firmes M.M. Dillon Consulting Engineers and Planners, Concord Scientific Corporation et Waterloo Engineering Limited.

L'abondance de détails qu'on trouve dans le guide est le fruit de la collaboration de plusieurs personnes, organismes et institutions qui ont fourni des données et des conseils précieux, au stade de la compilation comme au stade de la rédaction. Sous ce rapport, l'Association canadienne des fabricants de produits chimiques mérite des remerciements particuliers.

TABLE DES MATIÈRES

	Avant-propos	III
	Remerciements	III
	Liste des figures	VIII
	Liste des tableaux	VIII
	Abréviations et symboles	IX
	Définitions	XI
	Sigles	XII
1	**Résumé**	1
1.1	Propylène (CH_2CHCH_3)	1
2	**Propriétés physiques et chimiques**	3
2.1	Comportement et propriétés	5
2.1.1	Explosions	5
2.1.2	Variation des propriétés chimiques	5
3	**Production, transport et commerce**	12
3.1	Qualités et titres du produit	12
3.2	Fabricants situés au Canada	13
3.3	Autres fournisseurs	13
3.4	Itinéraires utilisés pour le transport	13
3.5	Volume de production	13
3.6	Fabrication industrielle	14
3.6.1	Information générale	14
3.6.2	Procédé de fabrication	14
3.7	Principales utilisations au Canada	14
3.8	Principaux acheteurs au Canada	14
4	**Manutention du produit et compatibilité des matériaux**	15
4.1	Citernes et autres récipients d'expédition	15
4.1.1	Information générale	15
4.1.2	Bouteilles à gaz	15
4.1.3	Wagons-citernes	15
4.2	Déchargement	16
4.2.1	Matériel et procédés de déchargement et de stockage des bouteilles à gaz	16
4.2.2	Matériel et procédés de déchargement des wagons-citernes	17
4.2.3	Matériaux de fabrication des organes de déchargement	17
4.3	Compatibilité entre le produit et certains matériaux	19
5	**Fuite et migration du produit**	21
5.1	Aperçu général	21
5.2	Fuite du produit	21
5.2.1	Introduction	21
5.2.2	Nomogrammes relatifs aux fuites au-dessous du niveau de liquide	22
5.2.2.1	Pourcentage de liquide restant en fonction du temps	22
5.2.2.2	Débit de fuite du liquide en fonction du diamètre équivalent de l'orifice	23
5.2.3	Nomogrammes relatifs aux fuites au-dessus du niveau de liquide	23
5.2.3.1	Pourcentage de liquide restant en fonction du temps	23
5.2.3.2	Débit d'émission de vapeurs en fonction du diamètre équivalent de l'orifice	23
5.2.4	Exemples de calcul	23
5.3	Diffusion dans l'atmosphère	26
5.3.1	Introduction	26
5.3.2	Nomogrammes de diffusion de la bouffée de vapeurs	26
5.3.2.1	Teneur en vapeurs en fonction de la distance sous le vent	26
5.3.2.2	Demi-largeur maximale de la bouffée dangereuse	31
5.3.2.3	Distance parcourue par la bouffée en fonction du temps écoulé	33

5.3.3	Exemple de calcul	34
5.4	Comportement dans l'eau	35
5.4.1	Introduction	35
5.4.2	Étalement sur l'eau	35
5.4.3	Nomogramme	35
5.4.3.1	Rayon maximal de la nappe en fonction de la masse déversée	35
5.4.4	Exemple de calcul	37
5.4.4.1	Étalement en eau calme	37
5.5	Comportement dans la subsurface	37
6	**Protection de l'environnement**	38
6.1	Limites maximales admissibles	38
6.1.1	Qualité de l'eau	38
6.1.1.1	Situation au Canada	38
6.1.1.2	Situation ailleurs dans le monde	38
6.1.2	Qualité de l'air	38
6.1.2.1	Situation au Canada et aux États-Unis	38
6.2	Toxicité pour les espèces aquatiques	38
6.2.1	Évaluation de la toxicité aux États-Unis	38
6.2.2	Données sur la toxicité	38
6.3	Données pour d'autres espèces vivantes	38
6.4	Dégradation du polluant	38
6.5	Devenir et effets à long terme	38
6.5.1	Bioaccumulation potentielle	38
7	**Protection de la santé**	39
7.1	Normes d'exposition recommandées	39
7.2	Données sur les propriétés irritantes	40
7.2.1	Contact avec la peau	40
7.2.2	Contact avec les yeux	40
7.3	Seuil de perception des caractères organoleptiques	40
7.3.1	Odeur	40
7.3.2	Goût	40
7.4	Études à long terme	41
7.4.1	Inhalation	41
7.4.2	Ingestion	42
7.4.3	Mutagénicité	42
7.5	Symptômes de l'intoxication	42
7.5.1	Inhalation	42
7.5.2	Ingestion	42
7.5.3	Contact avec la peau	42
7.5.4	Contact avec les yeux	42
8	**Compatibilité chimique**	43
8.1	Compatibilité entre le propylène et divers produits chimiques	43
9	**Mesures d'intervention et de sécurité**	44
9.1	Mesures recommandées	44
9.1.1	Risques d'incendie	44
9.1.2	Moyens d'extinction	44
9.1.3	Mesures d'intervention en cas de déversements	44
9.1.3.1	Information générale	44
9.1.3.2	Déversements sur le sol	44
9.1.3.3	Déversements dans l'eau	44
9.1.4	Élimination du polluant	44
9.1.5	Mesures de protection	45
9.1.6	Précautions spéciales	45
10	**Cas de déversements accidentels**	46

11	**Identification et dosage des polluants**	47
11.1	Dosage du polluant présent dans l'air (analyse quantitative)	47
11.1.1	Chromatographie en phase gazeuse	47
11.2	Identification du polluant présent dans l'air (analyse qualitative)	47
11.3	Dosage du polluant présent dans l'eau (analyse quantitative)	48
11.3.1	Spectroscopie de l'infrarouge	48
11.4	Identification du polluant présent dans l'eau (analyse qualitative)	48
12	**Références et bibliographie**	49
12.1	Références	49
12.2	Bibliographie	52

LISTE DES FIGURES

1	Tension de vapeur en fonction de la température	8
2	Densité relative du liquide en fonction de la température	9
3	Tension interfaciale du liquide avec l'air	9
4	Viscosité de la vapeur en fonction de la température	10
5	Viscosité du liquide en fonction de la température	10
6	Diagramme de phase	11
7	Wagon-citerne – classe 105A500W	18
8	Rupture de la paroi inférieure ou supérieure d'un wagon-citerne	22
9	Pourcentage de liquide restant en fonction du temps d'écoulement	24
10	Débit de fuite en fonction du diamètre de l'orifice	24
11	Pourcentage de liquide restant en fonction du temps d'écoulement	25
12	Débit d'émission de vapeurs en fonction du diamètre de l'orifice	25
13	Schématisation d'une bouffée de polluant	27
14	Teneur uniformisée en vapeurs en fonction de la distance sous le vent	28
15	Distance parcourue par la bouffée en fonction du temps écoulé	29
16	Étapes à suivre pour déterminer la zone dangereuse	30
17	Conversion de la L.I.I. (% à g/m^3)	32
18	Zone dangereuse maximale sous un vent invariable	36
19	Zone dangereuse maximale sous un vent variable	36
20	Rayon maximal de la nappe en fonction de la masse déversée	37

LISTE DES TABLEAUX

1	Nomogramme de conversion	7
2	Spécifications relatives aux bouteilles à gaz	15
3	Spécifications relatives aux wagons-citernes	16
4	Spécifications relatives aux wagons-citernes – classe 105A500W	19
5	Compatibilité entre le propylène et certains matériaux de construction	20
6	Deux catégories de conditions (météorologiques) de stabilité	31
7	Demi-largeurs maximales de la bouffée dangereuse de propylène	33

ABRÉVIATIONS ET SYMBOLES

adf	Antidéflagrant
atm	Atmosphère
c.f.	Coupelle fermée
c.o.	Coupelle ouverte
CPG	Chromatographie en phase gazeuse
d	Densité
d vap	Densité de vapeur
d.-v.	Demi-vie
D ext.	Diamètre extérieur
D int.	Diamètre intérieur
DAMM	Diamètre aérodynamique moyen en masse
DBO	Demande biochimique en oxygène
DCO	Demande chimique en oxygène
D_e	Diamètre d'entrée
DIF	Détecteur d'ionisation à flamme
DMM	Diamètre moyen en masse
DMN	Diamètre moyen en nombre
DMV	Diamètre moyen en volume
DPI	Détecteur à photo-ionisation
D_s	Diamètre de sortie
DL min.	Dose létale minimale
DL 50	Dose létale moyenne
et coll.	et collaborateurs
eV	Électronvolt
f. n. éq.	Fumée normalisée équivalente
gal imp.	Gallon impérial
IDLH	*Immediately Dangerous to Life or Health*
IR	Infrarouge
j	jour
J	Joule
K	Coefficient de perméabilité
l	litre
L.I.E.	Limite inférieure d'explosibilité
L.I.I.	Limite inférieure d'inflammabilité
L.S.E.	Limite supérieure d'explosibilité
L.S.I.	Limite supérieure d'inflammabilité
m	Masse
MAK	Teneur maximale admissible (norme établie par la RFA)
MAK-K	Teneur maximale admissible (norme établie par la RDA)
MAK-D	Teneur maximale admissible – courte durée (norme établie par la RDA)
max.	Maximum
mé/l	Milliéquivalent par litre
MIK	Teneur maximale d'immission (norme établie par la RDA)
min.	Minimum
mn	Minute
M mol.	Masse molaire
M vol.	Masse volumique
mol	Mole
MPT	Moyenne pondérée en fonction du temps
N	Newton
Pa · s	Pascal seconde
pds éq.	Poids équivalent
ppb	Parties par milliard (10^{-9})
ppm	Parties par million (10^{-6})
ppt	Parties par mille (10^{-3})
psi	*Pounds per square inch*
P	Pression
P_c	Pression critique
PEL	*Permissible Exposure Limit*
Po	Poise
Pt cong.	Point de congélation
Pt déf.	Point de déflagration
Pt dét.	Point de détonation
Pt ébul.	Point d'ébullition
Pt écl.	Point d'éclair
Pt écoul.	Point d'écoulement
Pt fus.	Point de fusion
Pt liq.	Point de liquéfaction
PVC	Chlorure de polyvinyle
q	Débit
q_e	Débit d'entrée
q_f	Débit de fuite
q_m	Débit-masse
q_s	Débit de sortie
q_v	Débit-volume
std	Standard
SM	Spectroscopie de masse
St	Stokes
STEL	*Short Term Exposure Limit*
t	Tonne
t	Temps
temp.	Température
$temp._c$	Température critique
TE 50	Teneur efficace moyenne
tf	Tonne forte
TI 50	Teneur inhibitrice moyenne
TLm	Tolérance moyenne
TL min.	Teneur létale minimale
TL 50	Teneur létale moyenne
TLV®	*Threshold Limit Value*
TLV®C	*Threshold Limit Value-Ceiling*
TPN	Température et pression normales

TT min.	Teneur toxique minimale
u	Vitesse du vent
μ	Viscosité
vap	Vapeur
vol.	Volume
V	Vitesse d'écoulement
V biod.	Vitesse de biodégradation
V évap.	Vitesse d'évaporation
^{o}Bé	Degré Baumé
^{o}C	Degré Celsius
ϕ	Diamètre
x	Distance sous le vent
$\not W$	Ne pas utiliser d'eau comme moyen d'extinction

DÉFINITIONS

Les définitions figurant ci-dessous valent pour la collection «Enviroguide». Le lecteur notera qu'elles n'ont pas toujours une portée générale. Pour plus de détails, ou pour d'autres définitions, se reporter au manuel d'introduction de la collection.

Bio-accumulation. – Rétention sans cesse croissante d'une substance dans les tissus d'un organisme tout au long de son existence (le facteur de bioconcentration augmentant sans cesse).

Bio-amplification. – Rétention d'une substance dans les tissus à des teneurs de plus en plus élevées au fur et à mesure que l'on s'élève dans la hiérarchie des organismes de la chaîne alimentaire.

Bioconcentration. – Rétention d'une substance dans les tissus d'un organisme au point que la teneur des tissus en cette substance surpasse la teneur du milieu ambiant en cette substance, à un moment donné de la vie de cet organisme.

Concentration. – Comme ce mot a des sens multiples et parfois mal définis selon qu'il s'agit de chimie, de biologie ou d'écologie, on lui a préféré des termes jugés plus précis, tels titre, teneur et bioconcentration.

Contaminant. – Polluant qui figure sur une liste de produits dangereux, établie en vertu de la Loi sur les contaminants de l'environnement.

Dose létale minimale. – Dans le cas de la toxicité pour l'homme (la dose définie ici peut être extrapolée à l'homme), il s'agit de la plus faible dose (autre que la DL 50) d'une substance dont l'absorption, excluant l'inhalation, en une ou plusieurs prises, au bout d'un temps donné, a été signalée comme cause de la mort d'un animal ou d'une personne. Abrév. DL min.

Dose létale moyenne (1). – Dans le cas de la toxicité pour l'animal, il s'agit de la dose qui tue, au bout d'un temps donné, 50 p. 100 des animaux auxquels on a fait absorber une certaine quantité de substance. Abrév. DL 50.

Dose létale moyenne (2). – À des fins de comparaison ou d'extrapolation dans l'étude de la toxicité pour l'homme, il s'agit de la dose (calculée) d'une substance censée entraîner, au bout d'un temps donné, la mort de 50 p. 100 d'une population homogène d'animaux. Elle est déterminée par suite de l'absorption, excluant l'inhalation, d'une quantité de cette substance par un lot statistiquement significatif d'animaux provenant de cette population. Abrév. DL 50.

Dose toxique minimale. – La plus faible dose d'une substance, introduite par toute autre voie que l'inhalation, pendant quelque période de temps que ce soit, dont l'absorption a été signalée comme cause d'effet toxique chez des personnes ou d'effets carcinogènes, néoplastogènes ou tératogènes chez les animaux ou les personnes. Abrév. DT min.

Facteur de bioconcentration. – Rapport de la teneur en une substance des tissus d'un organisme exposé (moins la teneur des tissus d'un organisme témoin) à la teneur en cette substance du milieu ambiant.

IDLH *(Immediately Dangerous to Life or Health).* – Teneur plafond à laquelle, dans un délai maximal d'exposition de 30 minutes, il est possible à une personne de fuir les lieux exposés sans qu'il n'y ait manifestation de signes fonctionnels d'intoxication, perturbation irréversible de la santé ou décès. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par le NIOSH.

Immission. – Transfert d'un polluant de l'atmosphère vers un «récepteur» qui peut être une personne, un animal, une plante. La teneur maximale d'immission, mentionnée au chapitre 7, se rapporte au polluant retenu dans les poumons. Il s'agit d'un concept d'origine allemande, adopté par l'ISO.

Létal. – En toxicologie, synonyme de mortel.

MAK *(Maximale Arbeidsplatz Konzentration).* – Teneur limite moyenne admissible en milieu de travail, compte tenu de semaines de 45 heures et de journées de 8 heures. Il s'agit d'une norme établie par la RFA.

MAK-D. – Teneur limite moyenne admissible en milieu de travail, compte tenu de semaines de 45 heures et de journées de 8 heures. Il s'agit d'une norme établie par la RDA.

MAK-K. – Teneur limite admissible en milieu de travail pour une période très courte ne dépassant pas 30 minutes. Il s'agit d'une norme établie par la RDA.

PEL *(Permissible Exposure Limit).* – Teneur limite moyenne (pondérée en fonction du temps) à laquelle peuvent être exposés des travailleurs pendant une période de relève. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par le NIOSH.

Polluant. – Agent physique, chimique ou biologique qui provoque une dégradation dans un milieu donné.

STEL (TLV – *Short Term Exposure Limit*). – Teneur limite à laquelle les travailleurs peuvent être exposés de façon continue pour une courte période sans souffrir d'irritation, de dommage irréversible aux tissus ou d'une narcose suffisamment grave pour accroître la probabilité de blessure par accident, diminuer la capacité de fuir ou réduire physiquement l'efficacité au travail, en prenant pour acquis que la TLV quotidienne n'a pas été dépassée. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par l'ACGIH.

Teneur. – Quantité de matière solide, liquide ou gazeuse, rapportée à une masse ou à un volume d'autres matières dans lesquelles elle est en mélange, suspension ou dissolution.

Teneur efficace moyenne. – Dans le cas de la toxicité pour la micro-faune, il s'agit de la teneur à laquelle se produit, chez 50 p. 100 de la population, pour une durée d'exposition donnée, un effet tel que l'immobilisation, la perte de l'équilibre, une déficience de croissance ou même la mort. Abrév. TE 50.

Teneur inhibitrice moyenne. – Dans le cas de la toxicité pour la micro-flore ou la micro-faune, il s'agit de la toxicité qui inhibe à 50 p. 100 une activité biologique (par exemple, la croissance) en un temps déterminé. Abrév. TI 50.

Teneur létale minimale. – Dans le cas de la toxicité pour l'homme (la teneur définie ici peut être extrapolée à l'homme), il s'agit de la plus faible teneur (autre que la TL 50) de l'air en une substance dont l'inhalation a été signalée comme cause de la mort d'un animal ou d'une personne. Abrév. TL min.

Teneur létale moyenne (1). – Dans le cas de la toxicité pour l'animal, il s'agit de la teneur à laquelle meurent, au bout d'un temps donné, 50 p. 100 des animaux auxquels on a fait absorber une certaine quantité de substance. Abrév. TL 50.

Teneur létale moyenne (2). – À des fins de comparaison ou d'extrapolation dans l'étude de la toxicité pour l'homme, il s'agit de la teneur (calculée) de l'air en une substance dont l'inhalation est censée provoquer, au bout d'un temps donné, la mort de 50 p. 100 d'une population homogène d'animaux. Elle est déterminée par suite de l'exposition d'un lot statistiquement significatif d'animaux provenant de cette population. Abrév. TL 50.

Teneur plafond. – Teneur maximale admissible établie pour une durée d'exposition bien déterminée, dans le cas d'une substance très toxique. (L'IDLH et la TLV®-C sont des teneurs plafonds.)

Teneur toxique minimale. – La plus faible teneur de l'air en une substance à laquelle des personnes ou des animaux ont été exposés, pour quelque période de temps que ce soit, sans qu'il y ait eu d'effet toxique chez les personnes ou d'effets carcinogènes, néoplastogènes ou tératogènes chez les animaux ou les personnes. Abrév. TT min.

Titre (d'une solution, en chimie). – Rapport de la masse d'une substance dissoute à la masse totale ou du nombre de moles d'un constituant au nombre total de moles.

TLV® *(Threshold Limit Value).* – Teneur limite moyenne (pondérée en fonction du temps) à laquelle la majorité des travailleurs peuvent être exposés régulièrement à raison de 8 heures par jour, 5 jours par semaine, sans subir d'effet nocif. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par l'ACGIH.

TLV®-C *(Threshold Limit Value-Ceiling).* – Teneur limite admissible pour un moment donné. Il s'agit d'une valeur plafond définie et déterminée par l'ACGIH.

Tolérance moyenne. – Niveau de tolérance correspondant à la teneur à laquelle 50 p. 100 des sujets d'un test survivent au bout d'un temps donné. Abrév. TLm.

SIGLES

ACGIH	American Conference of Government Industrial Hygienists
ANSI	American National Standards Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
AWQC	Ambient Water Quality Criteria (USA)
AWWA	American Water Works Association
CBG	Chemical Buyers' Guide (USA)
CCD	Condensed Chemical Dictionary (USA)
CCPA	Canadian Chemical Producers Association
CCT	Commission canadienne des transports
CHRIS	Chemical Hazards Response Information System (USA)
EPA	Environmental Protection Agency (USA)
ITII	International Technical Information Institute (Japon)
MCA	Manufacturing Chemists Association (USA)
MDT	Ministère des Transports (du Canada)
NACE	National Association of Corrosion Engineers (USA)
NAS	National Academy of Sciences (USA)
NFPA	National Fire Protection Association (USA)
NIOSH	National Institute of Occupational Safety and Health
NRC	National Research Council (USA)
OSHA	Occupational Safety and Health Administration (USA)

1 RÉSUMÉ

1.1 Propylène (CH_2CHCH_3)

Le propylène est un gaz incolore dégageant une odeur douce.

Synonymes
Méthyléthène, méthyléthylène, propène,

N^os^ d'identification
UN 1077; CAS 115-07-1; OHM-TADS 7216875; STCC 4905782

Qualités et titres
Raffinerie: titre < 92 p. 100
Chimique: titre de 92 à 95 p. 100
Polymère: titre de 99,5 p. 100

Dangers immédiats
Incendie. – Le propylène est inflammable. Un retour de flamme peut se produire le long de la traînée de vapeurs.
Effet sur l'homme. – La toxicité du propylène est faible par toutes les voies d'absorption.
Effet sur l'environnement. – Le propylène n'est pas nocif pour la vie aquatique.

Données relatives aux propriétés physiques

État à l'expédition	Liquide (gaz liquéfié)
État (15 °C; 1 atm)	Gaz
Point d'ébullition	- 47,7 °C
Inflammabilité	Inflammable
Tension de vapeur	1047,3 kPa (21 °C)
Masse volumique	0,6007 g/ml (liquide à -50 °C) 1,9149 g/l (gaz à 25 °C)
Solubilité (dans l'eau)	0,04 à 0,08 g/100 ml (20 °C)
Comportement (dans l'eau)	Flotte et bout sans réaction
Comportement (dans l'air)	La vapeur est plus lourde que l'air et forme des mélanges explosifs avec ce dernier
Plage du seuil olfactif dans l'air	20 à 70 ppm

Dangers pour l'environnement

Les effets du propylène sur la vie aquatique ne sont pas bien connus mais on estime qu'il ne présente aucun danger.

Dangers pour l'homme

La teneur maximale admissible (TLV®) et la teneur immédiatement dangereuse pour la vie ou la santé (IDLH) n'ont pas été établies.
Effets en cas d'inhalation. – À de fortes teneurs (5 p. 100 et plus), si la période d'exposition est longue, le propylène provoque des étourdissements, de la somnolence et des pertes de conscience. À de faibles teneurs, il est relativement inoffensif.
Effets en cas de contact. – À l'état gazeux le propylène est pratiquement inoffensif. En contact avec la peau le propylène liquéfié provoque des gelures.

Dispositions immédiates à prendre

• En cas de déversement

Interdire l'accès aux lieux où s'est produit l'accident. Signaler: «Produit inflammable». Appeler les pompiers. Prévenir le fabricant. Éliminer les causes possibles d'inflammation. Arrêter l'écoulement, si cela ne présente aucun danger. Éviter tout contact avec le liquide et la vapeur qu'il dégage. Se tenir face au vent, la nappe, derrière soi.

• En cas d'incendie

Ne pas tenter d'éteindre les flammes s'il n'est pas possible d'arrêter l'écoulement. Utiliser de la mousse, des poudres sèches, de la neige carbonique ou de l'eau pulvérisée pour éteindre les flammes. Refroidir avec de l'eau les contenants exposés aux flammes. Se tenir éloigné des extrémités des citernes. Les récipients peuvent exploser à cause de la chaleur de l'incendie.

Mesures d'intervention d'urgence

• Propylène dans ou sur le sol

Appliquer les mesures relatives aux émissions de vapeurs.

• Propylène dans et sur l'eau

Appliquer les mesures relatives aux émissions de vapeurs.

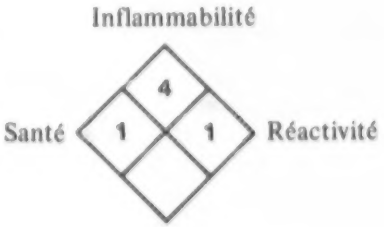
• Propylène dans l'air

Utiliser un jet d'eau pour rabattre les vapeurs au sol et pour les disperser.

Niveau de gravité du risque selon la NAS (étatsunienne)

(Catégorie)	(Niveau)
Incendie	4
Santé	
Irritation causée par des vapeurs	0
Irritation causée par le produit à l'état liquide ou solide	0
Intoxications	1
Pollution de l'eau	
Toxicité pour l'homme	0
Toxicité pour les espèces vivantes du milieu aquatique	0
Atteinte à l'esthétique de l'environnement	0
Réactivité	
Autres produits chimiques	1
Eau	0
Réaction spontanée	1

Évaluation du risque selon la NFPA (étatsunienne)



2 PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES

Propriétés physiques	
Aspect	Gaz incolore, liquide incolore lorsque liquéfié (Air Products SGMSDS, 1978)
État à l'expédition	Liquide (gaz liquéfié) (Dow ERIS, 1979)
État physique (15 °C; 1 atm)	Gaz
Point de congélation	-185,25 °C (HCG, 1981; PPCC, 1959)
Point d'ébullition	-47,7 °C (HCG, 1981; Kirk-Othmer, 1982)
Tension de vapeur	1047,3 kPa (21 °C) (Air Products SGMSDS, 1978)
Masse volumique	
Gaz	1,9149 g/l (25 °C) (Ullmann, 1975)
Liquide	0,6007 g/ml (-50 °C) (Kirk-Othmer, 1982)
Densité relative du liquide (eau = 1)	0,512 (20 °C) (MCA, 1956) 0,609 (-47°/4 °C) (Verschueren, 1984)
Densité relative de la vapeur (air = 1)	1,4529 (HCG, 1981) 1,48 (Ullmann, 1975; Matheson, 1980)
Propriétés relatives à la combustion	
Inflammabilité	Gaz inflammable (NFPA, 1978)
Température d'inflammation spontanée	455 °C (NFPA, 1978; Ullmann, 1975) 480 °C (Matheson, 1980)
Vitesse de combustion	8 mm/mn (CHRIS, 1978)
Limite supérieure d'inflammabilité	11,1 p. 100 (vol./vol.) (NFPA, 1978)
Limite inférieure d'inflammabilité	2,0 p. 100 (vol./vol.) (NFPA, 1978)
Caractéristiques de la combustion	Brûle avec une flamme jaune et dégage un peu de suie
Point d'éclair	-108,0 °C (Matheson, 1980)
Chaleur de combustion	
Brute (pour former H_2O (liquide) + CO_2 (gaz))	2058,5 kJ/mol (Matheson, 1980)
Nette (pour former H_2O (gaz) + CO_2 (gaz))	1926,4 kJ/mol (Matheson, 1980)
Risque de retour de flamme	Les vapeurs peuvent parcourir une distance considérable jusqu'à une source d'allumage et provoquer un retour de flamme (NFPA, 1978)
Produits de la combustion	Dioxyde de carbone et eau (CRC, 1980)
Risque d'allumage électrique	Peut s'enflammer à la suite d'une décharge d'électricité statique
Autres propriétés	
Masse molaire de la substance pure	42,081 (CRC, 1980; Kirk-Othmer, 1982)
Composition caractéristique des qualités commerciales	Qualité chimique:

Propylène	de 92 à 95 p. 100
Propane	< 8 p. 100
Éthane	< 0,4 p. 100
C_4 et plus	< 0,2 p. 100
Autres	< 0,1 p. 100

	Qualité polymère: Propylène 99,5 p. 100 Éthane < 1000 ppm Autres < 500 ppm (Kirk-Othmer, 1982)
Indice de réfraction	1,3567 (-70 °C) (CRC, 1980)
Viscosité	0,0084 mPa · s (gaz à 25 °C) (Ullmann, 1975) 0,18 mPa · s (liquide à -50 °C) (Ullmann, 1975)
Tension interfaciale avec l'air	15,8 mN/m (liquide à -40 °C) (Matheson, 1980)
Chaleur latente de fusion	3,0 kJ/mol (-185 °C) (HCG, 1981)
Chaleur latente de vaporisation	18,4 kJ/mol (au point d'ébullition) (HCG, 1981)
Chaleur de formation	20,2 kJ/mol (25 °C) (Sussex, 1977)
Énergie Gibbs de formation	62,7 kJ/mol (101 kPa, 25 °C) (Kirk-Othmer, 1982)
Capacité thermique molaire	
Gaz	
à pression constante	62,345 J/mol · °K (15,6 °C) (Matheson, 1980)
à volume constant	54,035 J/mol · °K (15,6 °C) (Matheson, 1980)
Liquide	91,555 J/mol · °K (-49,8 °C) (Matheson, 1980)
Pression critique	4619,5 kPa (HCG, 1981)
Température critique	91,77 °C (HCG, 1981)
Coefficient de dilatation thermique	0,00339/°C (dilatation du liquide entre -21 °C et 21 °C) (MCA, 1956)
Teneur de saturation	18 000 g/m^3 (21 °C) (calculé)
Log_{10} du coefficient de partage octanol/eau	1,77 (Hansch et Leo, 1979)
Entropie	227 J/mol · °K (Ullmann, 1975)
Moment de dipôle électrique	1,221 x 10^{-30} C · m (Matheson, 1980)
Constante diélectrique	1,875 (liquide à 20 °C) (Matheson, 1980)
Volume molaire	21,976 litres (25 °C) (Ullmann, 1975)
Conductivité thermique	0,156 W/m · °K (liquide à -50 °C) (Ullmann, 1975)
Solubilité	
Dans l'eau	0,039 g/100 ml (22,05 cm^3/100 ml) (20 °C) (Matheson, 1980) 0,079 g/100 ml (44,6 cm^3/100 ml) (20 °C) (Kirk-Othmer, 1982)
Dans d'autres substances courantes	Soluble dans l'éthanol (1250 ml/100 g) et dans l'acide acétique (524,5 ml/100 g) (20 °C) (Kirk-Othmer, 1982)
Facteur de conversion du volume en poids de la vapeur	1 ppm = 1,746 mg/m^3 (20 °C) (Verschueren, 1984)

2.1 Comportement et propriétés

2.1.1 Explosions. – Des explosions se sont produites lorsque le propylène entre en contact avec l'eau à une température de 42 à 75 °C. Ces explosions sont le résultat d'une évaporation rapide du propylène au contact de l'eau chaude. Le comportement du propylène liquide avec l'eau est décrit au tableau suivant (Kirk-Othmer, 1982):

Température initiale de l'eau (°C)	Effet du contact avec le propylène liquide
38 à 41	Formation de glace
42 à 75	Explosion
76 à 85	Soubresauts rapides

2.1.2 Variation des propriétés chimiques. – Comme le propylène a été l'objet d'études poussées, il existe une documentation abondante sur ses diverses propriétés. L'équation d'état de Van der Woals est la suivante (Kirk-Othmer, 1982):

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT$$

où P = pression en kPa
V = volume en litres
a = 6,373
b = −0,08272
R = 8,314 J/mol · °K
T = température (en degrés Kelvin) (°K = °C + 273,15)

Un certain nombre d'équations d'état ont été développées. On recommande l'équation suivante (Dymond, 1969):

$$\frac{PV}{RT} = 1 + \frac{B(T)}{V}$$

où P, V, R, T sont les mêmes que ci-dessus et B est un facteur qui pour différentes températures prend les valeurs ci-après:

T (°K)	T (°C)	B
280	7	-392
300	27	-342
320	47	-297
340	67	-260
380	107	-204
420	127	-162
460	187	-132
500	227	-105

Deux équations d'Antoine sont utilisées pour prévoir la tension de vapeur (Kirk-Othmer, 1982):

a) Dans le cas d'une température se situant entre 160 et 240 ^{o}K (-113 à -33 ^{o}C):

$$\text{Log}_{10}\, Pv = A + \frac{B}{T + C}$$

où Pv = pression de vapeur en kPa
T = température en degrés Kelvin
A = 5,94327
B = 784,86
C = -26,15

b) Dans le cas d'une température se situant entre 123 et 356 ^{o}K (-150 et 83 ^{o}C)

$$\text{Log}_{10}\, Pv = A + \frac{B}{T} + C \log_{10} T + DT$$

où Pv = pression de vapeur en kPa
T = température en degrés Kelvin
A = 34,752
B = -1725,5
C = -12,057
D = $8{,}9943 \times 10^{-3}$

L'équation suivante permet de calculer la densité du liquide (Kirk-Othmer, 1982):

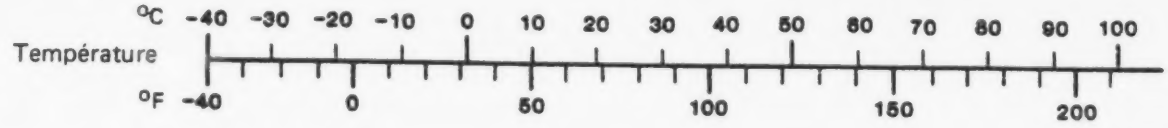
$$\rho = AB^{-\left(1 - \frac{T}{Tc}\right)^{2/7}}$$

où ρ = densité en g/cm^3
T = température en degrés Kelvin
A = 0,2252
B = 0,2686
Tc = température critique (365,05 ^{o}K)

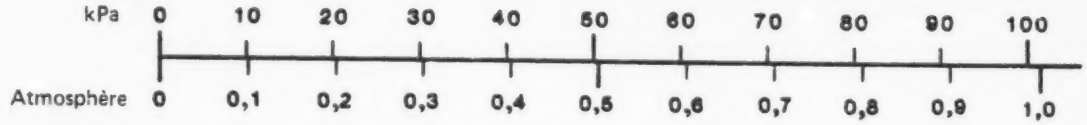
Tableau 1

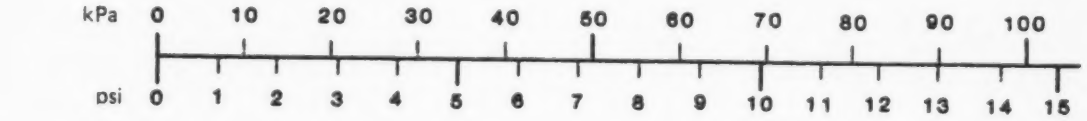
PROPYLÈNE

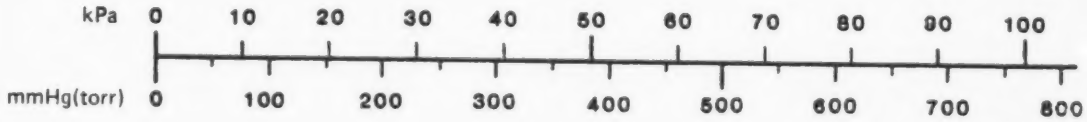
NOMOGRAMME DE CONVERSION



Pression 1 kPa = 1 000 Pa







Viscosité

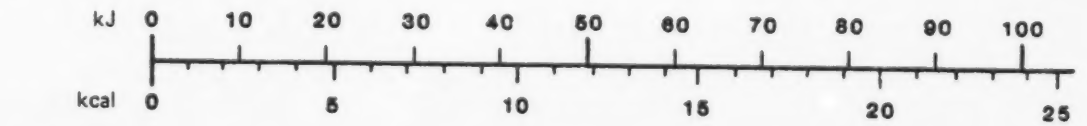
Dynamique 1 Pa·s = 1 000 centipoises (cPo)

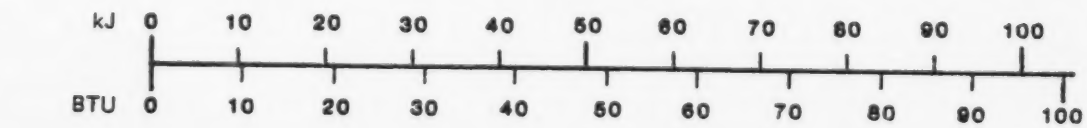
Cinématique 1 m^2/s = 1 000 000 centistokes (cSt)

Teneur (de l'eau)

1 ppm ≅ 1 mg/l

Énergie (chaleur) 1 kJ = 1 000 J





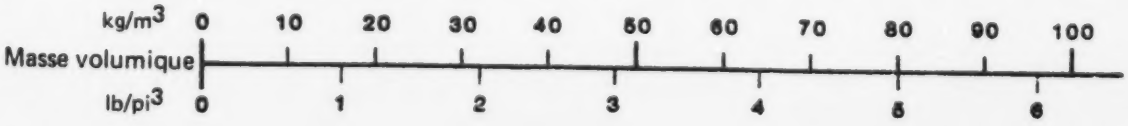


Figure 1

PROPYLÈNE

TENSION DE VAPEUR EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE

Référence: Chem. Eng., 1975

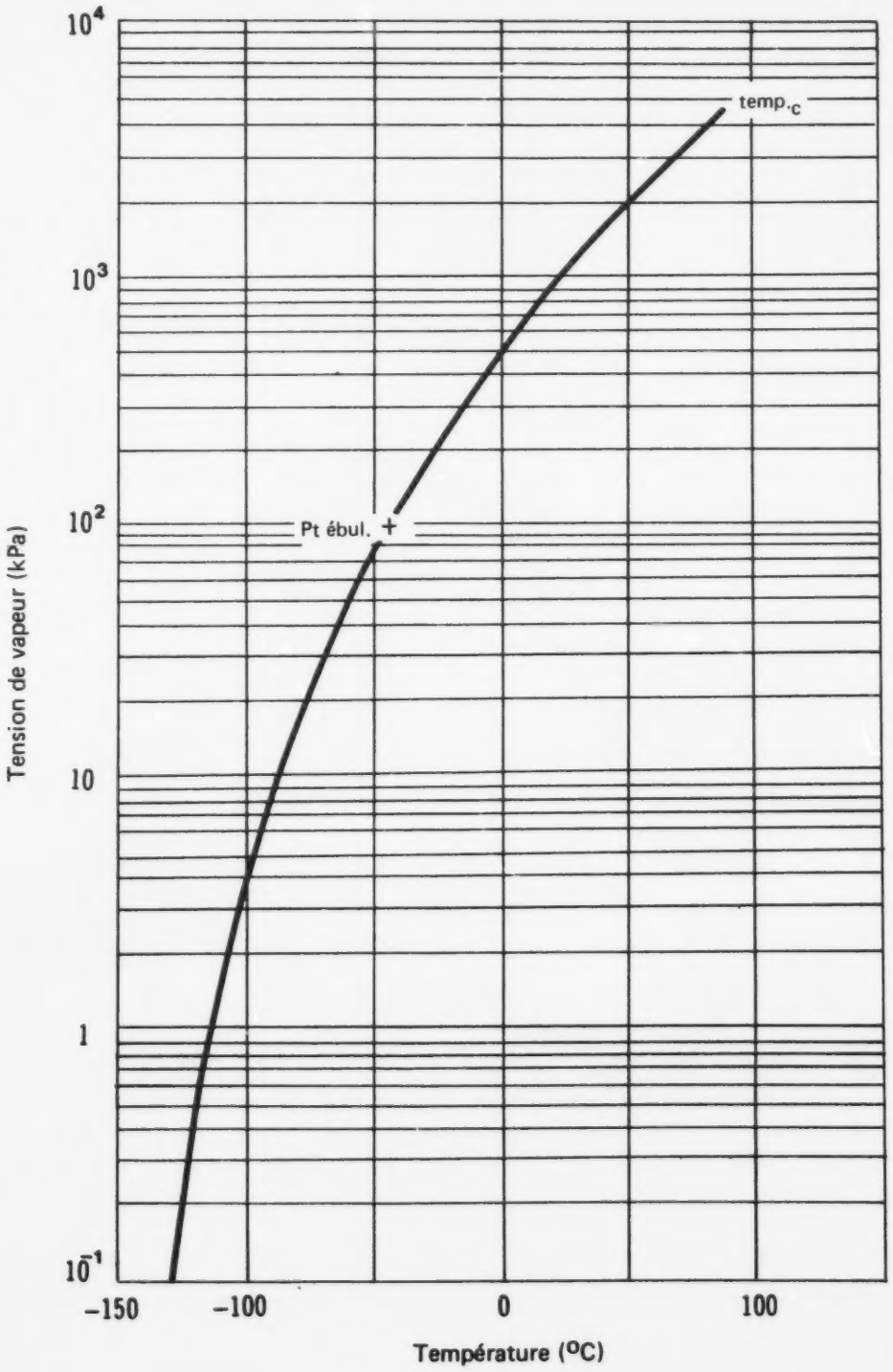


Figure 2

PROPYLÈNE

DENSITÉ RELATIVE DU LIQUIDE EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE

Référence: Chem. Eng., 1975

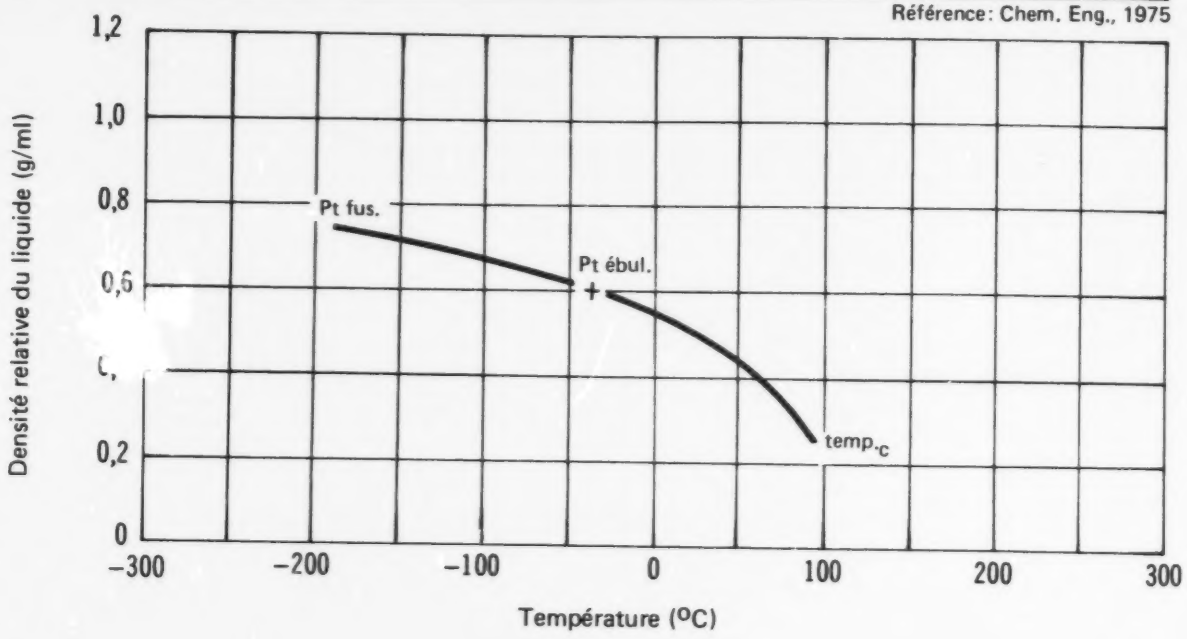


Figure 3

PROPYLÈNE

TENSION INTERFACIALE DU LIQUIDE AVEC L'AIR

Références: ppH 1974; Ullmann, 1975

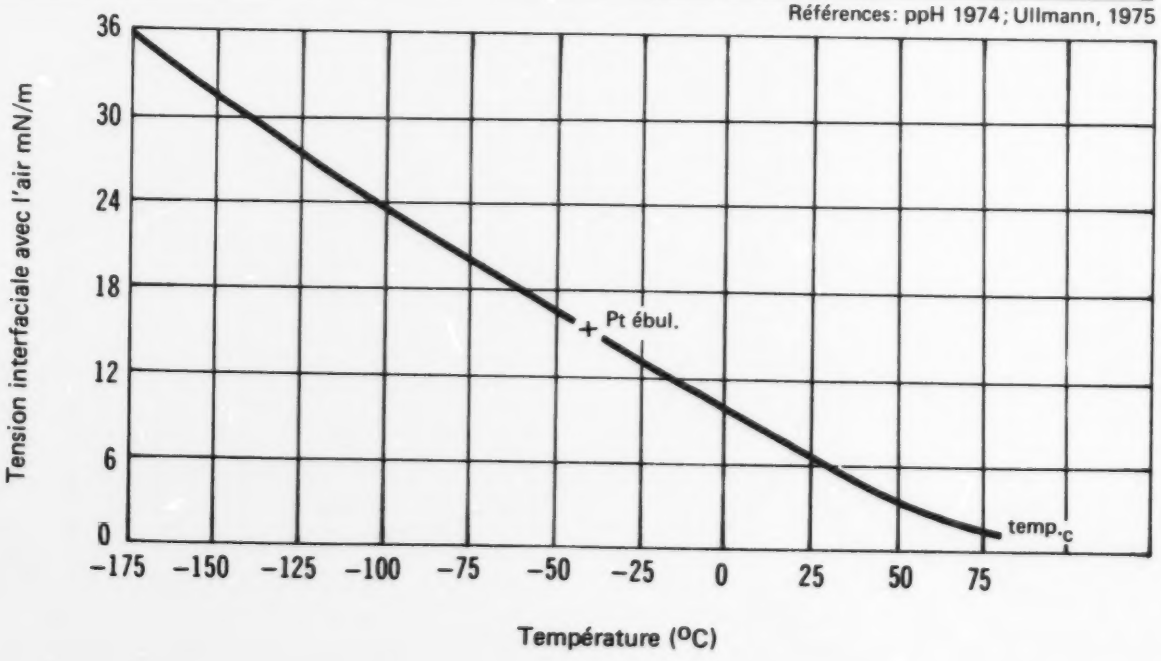


Figure 4

PROPYLÈNE — **VISCOSITÉ DE LA VAPEUR EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE**

Référence: Chem. Eng., 1975

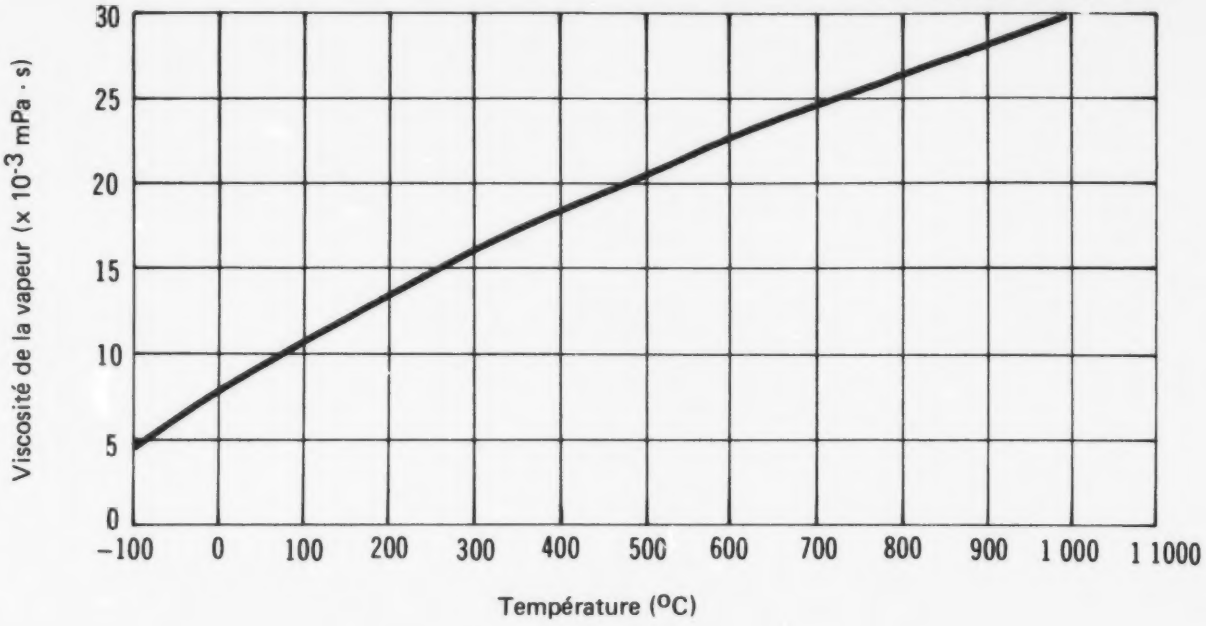


Figure 5

PROPYLÈNE — **VISCOSITÉ DU LIQUIDE EN FONCTION DE LA TEMPÉRATURE**

Référence: Chem. Eng., 1975

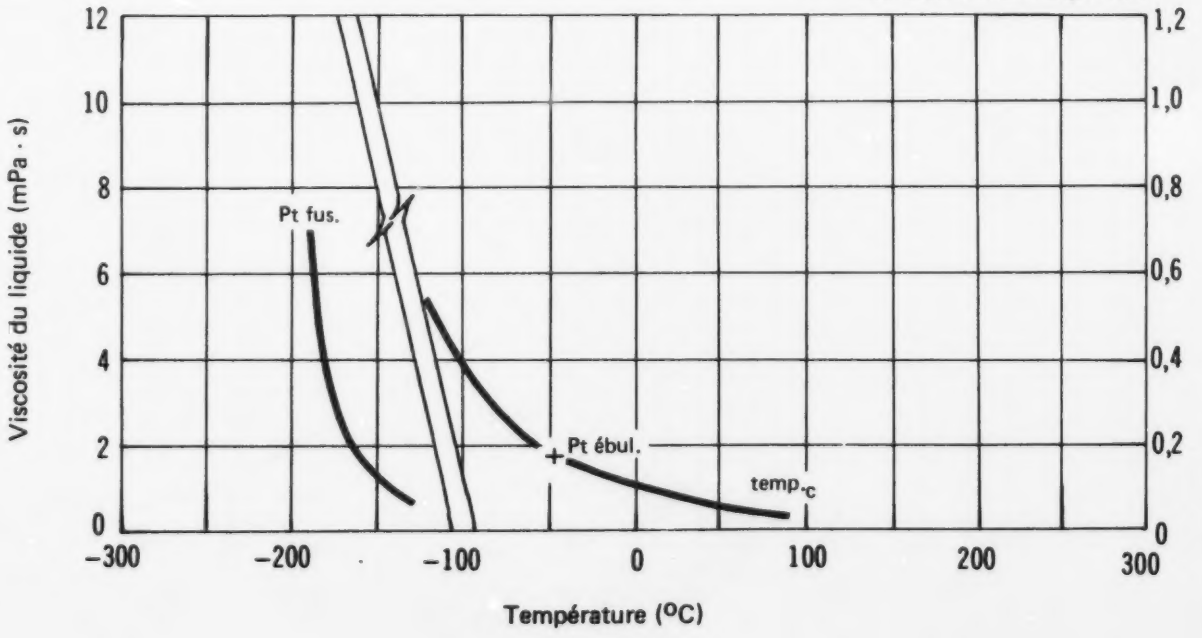
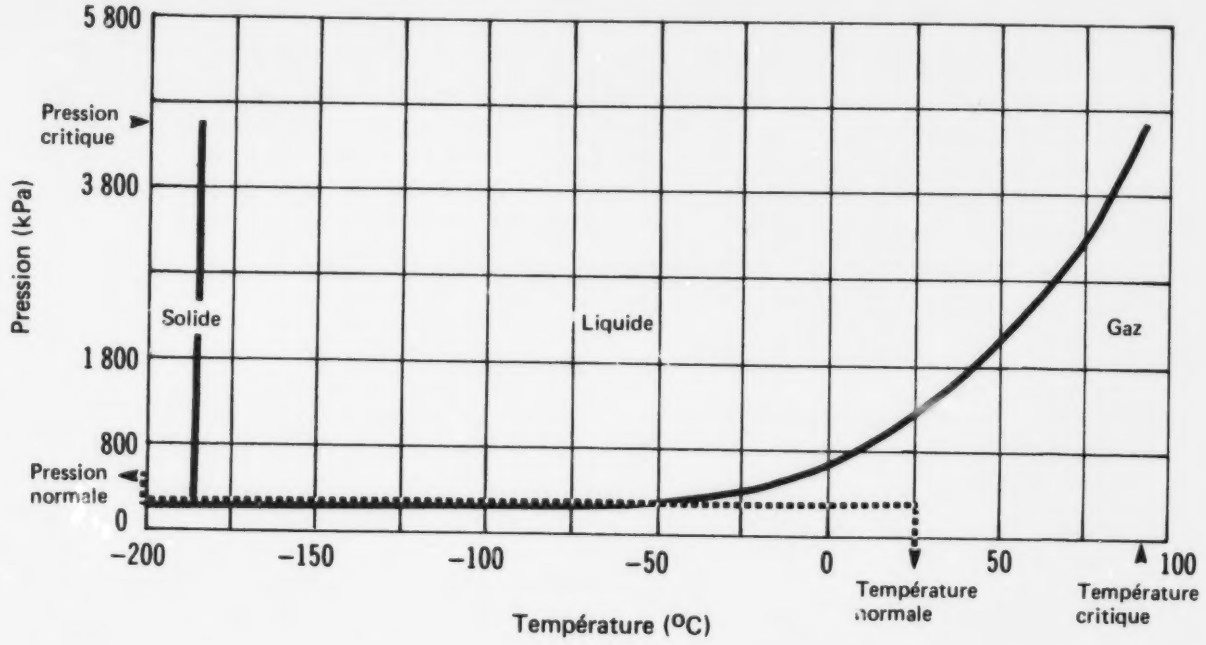


Figure 6

PROPYLÈNE

DIAGRAMME DE PHASE



3 PRODUCTION, TRANSPORT ET COMMERCE

3.1 Qualités et titres du produit (Kirk-Othmer, 1982; Ullmann, 1975; Corpus, 1983)

Le propylène est vendu, le plus couramment sous forme de gaz liquéfié, en trois qualités différentes dont les teneurs en propylène sont de 92 à 95 p. 100 (qualité Chimique) 99,5 p. 100 (qualité Polymère) et 92 p. 100 (qualité Raffinerie). On trouve aussi sur le marché un produit destiné aux laboratoires ayant une teneur de 99,7 p. 100 (qualité Recherche). Le propylène de qualité raffinerie dont la composition est variable entre dans la fabrication de produits comme l'isopropanol et les alcènes supérieurs.

Les spécifications pour le propylène de qualité chimique sont les suivantes:

	Titre ou teneur	
Substance	Amérique du Nord	Europe
Propylène	92 - 94 %	92 - 95 %
Éthane et méthane	< 0,4 %	< 2000 ppm
Propane	< 8,0 %	Variable
Éthylène	< 0,02 %	< 20 ppm
C_4 et plus	< 0,2 %	< 1000 ppm
C_5 et plus	< 0,005 %	Inclus ci-dessus
Acétylènes, diènes	< 100 ppm	< 30 ppm
H_2, O_2, CO, CO_2, N_2 total	< 100 ppm	< 10, < 5, < 5, < 50 (ppm)
Soufre	< 10 ppm	< 5 ppm
Eau	< 50 ppm	< 10 ppm
Halogénures	< 10 ppm	< 5 ppm
Alcools	< 50 ppm	< 50 ppm
Amines	< 5 ppm	Non spécifié
Butadiène	< 20 ppm	Non spécifié
Butènes	< 125 ppm	< 40 ppm
Formamide de diméthyle	< 0,3 ppm	Non spécifié

Les spécifications pour le propylène de qualité polymère sont les suivantes:

	Titre ou teneur	
Substance	Amérique du Nord	Europe
Propylène	99,5 %	99,5 à 99,8 %
Éthane	< 1000 ppm	< 100 ppm
Acétylènes totaux et diènes	< 10 ppm	< 2 ppm
Éthylène	Inclus-ci-dessus	< 20 ppm
Hydrogène	< 2 ppm	< 10 ppm
Oxygène	< 8 ppm	< 5 ppm
Monoxyde de carbone	< 4 ppm	< 5 ppm
Eau	< 10 ppm	< 10 ppm
Soufre	< 5 ppm	< 1 ppm
Azote total, aldéhydes cétones et alcools	< 10 ppm	< 50 ppm

3.2 **Fabricants situés au Canada** (Corpus, 1983; CBG, 1980; Scott, 1979)

BP Canada Ltd., 1245 Sherbrooke O., Montréal (Québec), H3G 1G7, (514) 849-4789
Esso Chemical Canada, 2300 Yonge Street, Toronto (Ontario), M5W 1K3, (416) 488-6600
Pétromont Inc., Suite 2000, 2020 Université, Montréal (Québec), H3A 2A5, (514) 282-9091
Petrosar, 785 Hill Street, P.O. Box 5000, Corunna (Ontario), N0N 1G0, (519) 862-2911
Finachem Canada Inc., 1 Place Ville-Marie, Montréal (Québec), H3B 4A9, (514) 866-3911, (514) 866-2094
Gulf Canada Ltd., 800 Bay Street, Toronto (Ontario), M5S 1Y8, (416) 924-4141
Shell Canada Ltd., 505 University Avenue, Toronto (Ontario), M5G 1X4, (416) 579-7111

3.3 **Autres fournisseurs** (CBG, 1980)

International Chemical Canada Ltd., P.O. Box 385, Brampton (Ontario), L6V 2L3, (416) 453-4234

3.4 **Itinéraires utilisés pour le transport**

À l'heure actuelle la production canadienne de propylène est concentrée principalement en Ontario, soit à Corunna, à Sarnia et à Trafalgar (70 p. 100 de la production totale). Il existe d'autres installations de production au Québec (Montréal et Varennes, 26 p. 100 de la production totale), et à Dartmouth en Nouvelle-Écosse. Le marché du propylène se limite à l'Ontario et au Québec. Le produit est acheminé par wagons-citernes, camions-citernes ou en bouteilles et sa distribution est assez répandue dans l'est du Canada.

3.5 **Volume de production** (Corpus, 1983)

Société	Ville	Province	Capacité nominale kilotonnes/an (1982)
		Qualité chimique	
Esso Chemical Canada	Sarnia	Ontario	85
Pétro Canada	Trafalgar	Ontario	18
Pétromont	Montréal	Québec	55
Pétromont	Varennes	Québec	95
Petrosar	Corunna	Ontario	315
		Qualité raffinerie	
Esso Chemical Canada	Dartmouth	Nouvelle-Écosse	29
Esso Chemical Canada	Montréal	Québec	27
Esso Chemical Canada	Sarnia	Ontario	120
Finachem Canada	Montréal	Québec	24
Gulf Canada	Montréal	Québec	26
Petrocan Chemicals	Montréal	Québec	24
Shell Canada	Corunna	Ontario	18
Total			836
Production nationale (1982)			608
Importations (1982)			1,7
Total			609,7

3.6 Fabrication industrielle

(Shreve, 1977; CCPA, 1983; Kirk-Othmer, 1982)

3.6.1 Information générale. – Au Canada, le propylène est fabriqué par craquage du gaz de pétrole liquéfié, du gasoil ou du naphta. Le gaz de pétrole liquéfié est en général du propane ou un hydrocarbure comparable dérivé du raffinage du gaz naturel.

3.6.2 Procédé de fabrication. – Le propylène est obtenu par décomposition thermique ou catalytique (craquage ou pyrolyse) de la charge d'alimentation suivie de compression, de purification et fractionnement qui permettent de séparer les produits de la décomposition. La zéolite est un catalyseur couramment utilisé dans ces procédés.

3.7 Principales utilisations au Canada (Corpus, 1983)

Le propylène de qualité chimique est utilisé pour la production du propylène de qualité polymère qui à son tour est utilisé pour la production de polypropylène. On l'utilise également pour la fabrication d'oxyde d'éthylène et des butyraldéhydes. Le propylène de qualité raffinerie est utilisé pour la production de l'isopropanol, du cumène, du nonène, du tétramère, de l'heptane et de l'essence à moteur. En 1982, on a exporté 36 p. 100 de la production nationale de propylène, on a utilisé 18 p. 100 pour la production de polypropylène, 12 p. 100 pour la production d'isopropanol, 10 p. 100 pour la production des butyraldéhydes, 7 p. 100 pour la production d'oxyde d'éthylène et 6 p. 100 dans la production du tétramère.

3.8 Principaux acheteurs au Canada (Corpus, 1983)

BASF Canada, Laval (Québec)
Hercules Canada, Varennes (Québec)
Dow Chemical of Canada, Sarnia (Ontario)
Shell Canada, Corunna (Ontario)

4 MANUTENTION DU PRODUIT ET COMPATIBILITÉ DES MATÉRIAUX

4.1 Citernes et autres récipients d'expédition

4.1.1 Information générale. – Le propylène est expédié sous forme de gaz liquéfié par wagons-citernes et par bouteilles à gaz en acier. Toutes les citernes et tous les récipients d'expédition sont munis de dispositifs de sécurité et mis à l'épreuve sous pression à intervalles réguliers. Certains utilisateurs importants reçoivent le propylène par pipeline (Petrosar, 1981).

4.1.2 Bouteilles à gaz. – Les bouteilles à gaz typiques utilisées pour le transport du propylène sont fabriquées en acier. Elles doivent être conformes aux spécifications de la CCT et du DOT 3A300, 3AA300, 3B300, 4A300, 4B300 et 4BA300 (HCG, 1981; RTDCR, 1974). Les classes 3A et 3AA s'appliquent aux bouteilles à gaz à pression de service plus élevée. Les spécifications relatives aux bouteilles à gaz sont présentées au tableau 2.

Les bouteilles à gaz de laboratoire sont munies d'un robinet CGA n° 510 avec un orifice de raccordement à filetage à gauche de 0,885 po de diamètre et de 14 filets au po qui reçoit un raccord fileté en forme de mamelon. Les petites bouteilles ont un orifice de sortie taraudé de 5/16 po et de 32 filets au po et deux orifices de sortie filetés de 9/16 po et de 18 filets au po.

4.1.3 Wagons-citernes. – Les wagons-citernes de classes 105A400W et 112A400W ou ceux de classes supérieures 105A500W ou 105A600W sont conformes à la spécification de la CCT et du DOT. Ces wagons-citernes sont décrits au tableau 3 (TCM, 1979; RTDCR, 1974). Le wagon-citerne de classe 105A500W est illustré à la figure 7. La spécification relative à ce wagon-citerne est donnée au tableau 4. Il est à noter que la spécification du wagon-citerne de classe 105A400W est presque identique à celle de la classe 105A500W.

Tableau 2
Spécifications relatives aux bouteilles à gaz

Spécification du DOT/CCT*	Description
3A300	Bouteille sans soudure en acier. Pression de service maximale 2070 kPa (300 psi).
3AA300	Bouteille sans soudure en acier. Pression de service maximale 2070 kPa (300 psi). Aciers nettement recommandés. Teneur maximale en carbone 0,28 p. 100.
3B300	Bouteille sans soudure en nickel. Pression de service maximale 2070 kPa (300 psi).
4A300	Bouteille en acier soudé à la forge. Pression de service maximale 2070 kPa. (300 psi).
4B300	Bouteille en acier soudé et brasé. Pression de service maximale 2070 kPa (300 psi).
4BA300	Bouteille en acier soudé et brasé. Aciers nettement recommandés. Pression de service maximale 2070 kPa (300 psi).

* Department of Transportation (U.S.A.); Commission canadienne des transports.

Tableau 3
Spécifications relatives aux wagons-citernes

Spécification du DOT/CCT*	Description
105A400W	Citerne en acier soudé par fusion avec trou d'homme. Isolée. Organes de déchargement par le haut exigés. Soupape de sûreté (2760 kPa) (400 psi). Orifice ou organe de déchargement par le bas interdit ou de purge.
112A400W	Citerne en acier soudé par fusion avec trou d'homme. Non isolé. La partie supérieure de la citerne doit être peinte aux deux tiers. Organes de déchargement par le haut exigés. Soupape de sûreté réglée à 2760 kPa (400 psi). Orifice ou organe de déchargement par le bas interdit.
105A500W	Comme 105A400W ci-dessus, sauf que la soupape de sûreté est réglée à 3450 kPa (500 psi).

* Department of Transportation (U.S.A.); Commission canadienne des transports.

Les deux robinets d'équerre situés sur l'axe longitudinal du wagon-citerne servent au déchargement du propylène liquide. Le robinet d'équerre situé sur l'axe transversal est relié à la phase vapeur. Face à ce robinet se trouve l'appareillage de mesure qui comprend un tube indicateur de niveau de 6 mm (1/4 po) avec robinet d'équerre et d'un puits thermométrique de 19 mm (3/4 po) (TCM, 1979). Chaque robinet de la phase liquide est relié à un tube plongeur de remplissage et de déchargement monté dans l'enceinte du dôme et descendant jusqu'au fond de la citerne. Sur le haut de chaque tube plongeur, juste au-dessous du capot de protection du dôme se trouve un limiteur de débit à bille conçu pour fonctionner lorsque le débit excède 3180 kg/h (7000 lb/h). Ce dispositif de protection coupe automatiquement l'écoulement du liquide en cas de bris du robinet d'équerre ou du tube plongeur. La soupape de sûreté à ressort est en général munie d'une goupille de rupture.

4.2 Déchargement

4.2.1 Matériel et procédés de déchargement et de stockage des bouteilles à gaz. – Avant de procéder au déchargement et au stockage des bouteilles à gaz, il importe de prendre les précautions suivantes:

- Les couvercles protecteurs des robinets doivent être bien vissés.
- Les bouteilles ne doivent pas être stockées près des systèmes de ventilation.
- Les bouteilles doivent être stockées dans un endroit ou les risques de corrosion sont réduits au minimum.
- Les bouteilles doivent être en position debout.
- Les bouteilles vides doivent être séparées des bouteilles pleines.

4.2.2 Matériel et procédés de déchargement des wagons-citernes. – Avant de procéder au déchargement, il importe de prendre les précautions suivantes (MCA, 1968):

- N'effectuer le déchargement que par du personnel compétent.
- Utiliser une voie de garage réservée exclusivement aux wagons-citernes à propylène.
- Serrer les freins et caler les roues, poser les dérailleurs et afficher les avertissements appropriés.
- Disposer d'un quai de service offrant toutes les conditions de sécurité au poste de déchargement.
- Utiliser du matériel antidéflagrant.
- Mettre le wagon-citerne à la terre avant que les systèmes de chargement ou de déchargement ne soient raccordés.
- Se servir d'un équipement de sécurité lorsque l'on travaille sur le haut du wagon-citerne.

Le déchargement du wagon-citerne se fait de préférence, à l'aide d'un compresseur. Ce procédé permet de prélever du propylène gazeux du réservoir de stockage et de l'envoyer sous pression dans l'espace du wagon-citerne où le propylène est à l'état de vapeur. L'augmentation de la pression dans le wagon-citerne entraîne l'écoulement du liquide vers le réservoir de stockage. Lorsque tout le liquide a été déchargé, on peut inverser le sens de l'écoulement des gaz afin d'en récupérer la quasi totalité. Le compresseur est arrêté lorsque la pression interne du wagon-citerne est à environ 35 kPa (5 psi) (MCA, 1956).

4.2.3 Matériaux de fabrication des organes de déchargement. – Les matériaux de fabrication des divers composants des organes de déchargement, de même que les spécifications relatives à ces organes, dont il sera question dans la présente section, sont ceux qui sont généralement utilisés pour le propylène à des températures et à des pressions normales.

Les éléments d'un système de déchargement typique sont notamment les conduites et les raccords, les raccords flexibles, les robinets et les soupapes, les joints d'étanchéité, les jauges, les pompes et les réservoirs de stockage.

Les conduites et les raccords doivent être fabriqués en acier pouvant résister à une pression de service d'au moins 2070 kPa (300 psi), conformément aux normes relatives aux tuyaux d'écoulement de l'ASME (MCA, 1956).

Les canalisations de 63 mm et plus devraient être accouplées de préférence par des joints à brides ou soudées. Si des joints filetés doivent être utilisés on doit vérifier que les filets sont propres et bien découpés pour s'assurer de leur étanchéité (MCA, 1956). La partie postérieure des joints filetés devrait être soudée (CCPA, 1983).

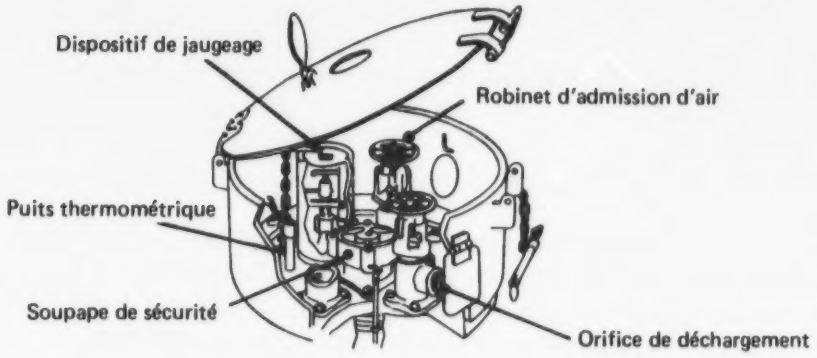
Des raccords flexibles constitués par une boucle en cuivre ou en alliage de cuivre devraient être installés entre les bouteilles et la tubulure rigide. On recommande l'usage de tuyaux à eau en cuivre sans soudure conformes à la norme ASTM B88, à l'état recuit avec des parois de type K ou plus épaisses. Des canalisations en caoutchouc avec une résistance à une pression d'au moins 2070 kPa (300 psi) peuvent aussi être utilisées. À l'heure actuelle, certaines sociétés ont remplacé leur tubulure flexible de déchargement par des bras de déchargement.

Les robinets d'arrêt et les vannes de régulation doivent être en acier et conçus pour résister à une pression de service d'au moins 2070 kPa (300 psi). Les soupapes de décharge doivent être en acier ou en laiton (MCA, 1956). Les joints d'étanchéité peuvent être de caoutchouc synthétique Buna N ou en Viton. Les pompes du type à piston doivent être spécialement conçues pour le propylène (MCA, 1956). Les réservoirs de stockage posés sur le sol doivent être fabriqués entièrement en acier conformément au code API (MCA, 1956). Les cavités souterraines constituent un moyen de stockage sûr et économique lorsqu'on est en présence d'une formation géologique convenable (HCG, 1981).

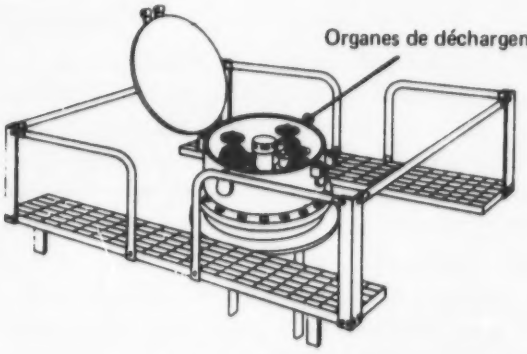
Figure 7

PROPYLÈNE **WAGON-CITERNE – CLASSE 105A500W**

(Références: RTDCR, 1974; TCM, 1979)



Détail des organes de déchargement



Détail de la plate-forme de dôme

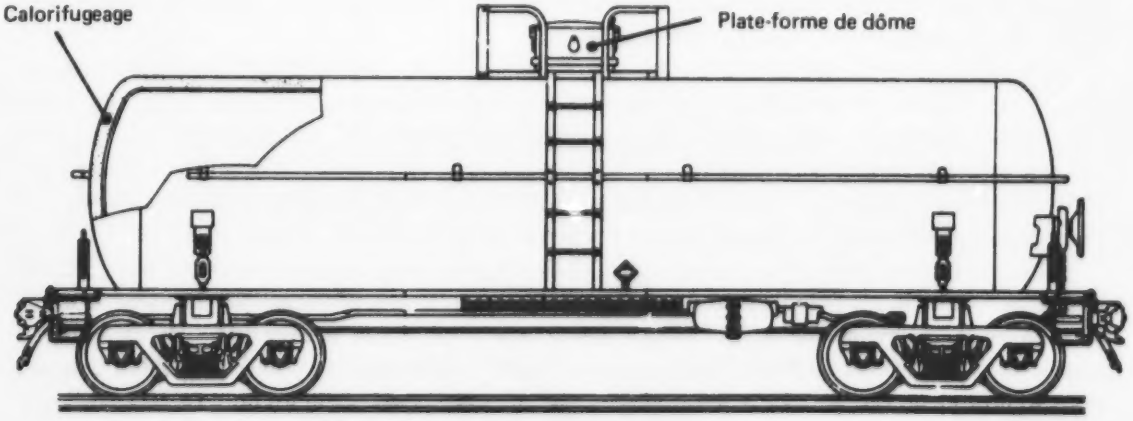


Illustration du wagon-citerne

Tableau 4
Spécifications relatives aux wagons-citernes – classe 105A500W
(TCM, 1979; RTDCR, 1974)

Description	Dimensions du wagon-citerne (gal imp.)	
	8800 (55 tonnes)	15 000 (90 tonnes)
Structure		
Capacité nominale	40 000 l (8800 gal)	68 000 l (15 000 gal)
Tare	33 800 kg (74 600 lb)	37 400 kg (82 500 lb)
Masse brute maximale	99 800 kg (220 000 lb)	106 400 kg (263 000 lb)
Citerne		
Matériau	Acier	Acier
Épaisseur	17 - 24 mm (11/16 - 15/16 po)	17 - 24 mm (11/16 - 15/16 po)
Diamètre intérieur	2,2 m (88 po)	2,6 m (102 po)
Pression d'essai	3450 kPa (500 psi)	3450 kPa (500 psi)
Pression de rupture	8620 kPa (1250 psi)	8620 kPa (1250 psi)
Dimensions		
Longueur avec organes d'attelage	13 m (41 pi)	15 m (48 pi)
Longueur avec pylônes de choc	12 m (39 pi)	14 m (46 pi)
Distance entre les pivots de boggie	9 m (28 pi)	11 m (35 pi)
Hauteur du plancher-caillebotis	4 m (12 pi)	4 m (12 pi)
Hauteur hors-tout	5 m (15 pi)	5 m (15 pi)
Largeur hors-tout	3,2 m (127 po)	3,2 m (127 po)
Longueur du caillebotis	2 - 3 m (7 - 10 pi)	2 - 3 m (7 - 10 pi)
Largeur du caillebotis	1,5 - 2 m (5 - 6 pi)	1,5 - 2 m (5 - 6 pi)
Dispositifs de chargement et de déchargement		
Raccord de déchargement	51 mm (2 po) relié à un clapet de retenue de 76 mm (3 po) orifice de déchargement de 6 mm (1/4 po)	
Robinet de la phase gazeuse	51 mm (2 po)	
Jaugeage		
Dispositif de jaugeage du type à flotteur et puits thermométrique		
Dispositif de sécurité		
Soupape de sécurité réglée à 2590 kPa (375 psi)		
Isolation		
Fibre de verre	51 - 152 mm (2 - 6 po) d'épaisseur	

4.3 Compatibilité entre le produit et certains matériaux

La compatibilité entre le propylène et certains matériaux de fabrication est indiquée au tableau 5.

Voici une brève définition des termes utilisés dans le présent guide pour évaluer les matériaux:

Récommandé: donne satisfaction dans l'utilisation présentée;

Avec réserves: se détériore dans l'utilisation présentée; approprié dans le cas d'une utilisation intermittente ou de courte durée;

Déconseillé: se détériore rapidement dans l'utilisation présentée; ne devrait jamais être utilisé.

Tableau 5
Compatibilité entre le propylène et certains matériaux de construction

Application	Produit chimique		Matériaux de fabrication		
	État	Temp. (°C)	Recommandé	Réserves	Déconseillé
1. Conduites et raccords	Gaz sec	20	Barème 80 Acier non soudé (MCA, 1956)		
	Gaz	24 - 100	Acier au carbone avec revêtement en verre (CDS, 1967) Cuivre Acier inoxydable Laiton (MCA, 1956)		
2. Robinets	Gaz	20	Tout en acier, résistance à une pression de 2070 kPa (MCA, 1956)		
3. Réservoir	Liquide	20	Acier au carbone ASTM A-283 (MCA, 1956)		

5 FUITE ET MIGRATION DU PRODUIT

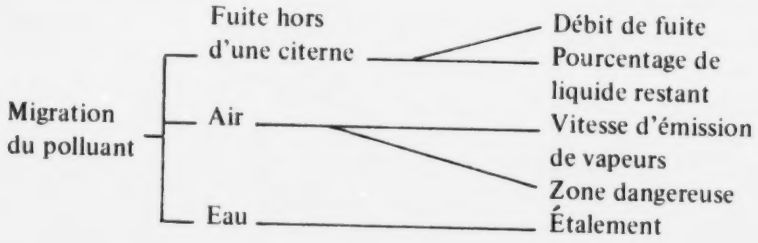
5.1 Aperçu général

Le propylène est habituellement transporté sous pression, à l'état liquide. Lors d'un déversement de propylène liquide, une nappe en ébullition s'étalera sur la surface du sol ou de l'eau et il se formera un nuage de vapeurs inflammables. Les vapeurs se forment rapidement par évaporation de la nappe liquide dans l'atmosphère.

Déversé dans l'eau, le propylène a tendance à flotter et il s'évapore rapidement. Le propylène est peu miscible dans l'eau. Le nuage de vapeurs tend à rester près de la surface de l'eau et à s'étendre plutôt qu'à s'élever et se disperser.

Le propylène déversé sur le sol ne présente pas de risques importants de contamination du sol et de l'eau souterraine parce qu'il s'évapore en grande partie.

Voici les facteurs à prendre en considération lorsqu'il y a migration de propylène dans l'eau, le sol ou dans l'air.



5.2 Fuite du produit

5.2.1 Introduction. – Le propylène est ordinairement transporté à l'état liquide par wagons-citernes, sous pression et à la température ambiante. Bien que les modèles de wagons-citernes varient considérablement, nous avons dû en choisir un en particulier pour établir les nomogrammes de fuite et faciliter la comparaison entre les différentes substances décrites dans la collection Enviroguide.

S'il y a rupture de la paroi dans le bas d'une citerne remplie de propylène liquéfié, tout le liquide s'écoulera sous l'action de la pesanteur. Grâce aux nomogrammes, on pourra calculer la quantité de liquide restant dans la citerne ainsi que le débit de fuite du liquide, à mesure que le temps s'écoulera. Dans le cas d'un orifice situé dans le bas d'une citerne, le débit de sortie, en l'occurrence, le débit de fuite, se calcule par la méthode dite des orifices, qui utilise en une formule corrigée du théorème de Torricelli. Le débit de fuite (q), qui est un débit-volume (q_v), est fonction de la section (s) et de la forme de l'orifice, de la hauteur (h) de liquide au-dessus de l'orifice et du coefficient de débit (Cq) (Streeter, 1971). Pour préparer les nomogrammes on a supposé un coefficient de débit de 0,8.

S'il y a rupture de la paroi dans le haut de la citerne ou en tout autre point au-dessus du niveau de liquide, on suppose, pour la préparation des nomogrammes, qu'il y aura émission de vapeurs jusqu'à ce que tout le liquide se soit évaporé et que les pressions internes et externes seront équilibrées. On suppose également que la température du liquide sera constante et égale à la température ambiante. Dans ces conditions, la vitesse d'émission de vapeurs sera constante jusqu'à ce que tout le liquide se soit évaporé. La vitesse

d'émission de vapeurs est fonction de la pression à l'intérieur de la citerne et égale à la pression de vapeur du liquide en milieu saturé qui est elle-même fonction de la température. Dans le présent cas, on suppose que la température ambiante régnant à l'intérieur de la citerne est de 40 °C et que son contenu exerce une pression de vapeur en milieu saturé de 1600 kPa. En réalité cependant, une rupture dans le haut d'une citerne pourrait entraîner une émission «soudaine» d'une grande quantité de vapeurs de propylène. Bien qu'il soit difficile d'établir un modèle représentant différentes conditions d'accident, on estime que le débit d'émission continu pourrait varier de 1 à 3 ordres de grandeur selon l'état du calorifugeage, la température ambiante et la position du wagon-citerne (dans l'eau, sur le sol etc.). Si l'émission de vapeurs se produit à température constante comme on l'a supposé, la vitesse d'émission continue sera maximisée; cette hypothèse satisfait donc la plupart des cas d'accident.

Les nomogrammes présentés plus loin permettent d'obtenir, grâce à une méthode simple, les débits de fuite du liquide (rupture de la paroi inférieure) ou d'émission de vapeurs (rupture de la paroi supérieure) en fonction du temps. Les modèles utilisés pour calculer les débits de fuite du liquide et d'émission de vapeurs sont décrits en détail dans le Manuel d'introduction Enviroguide.

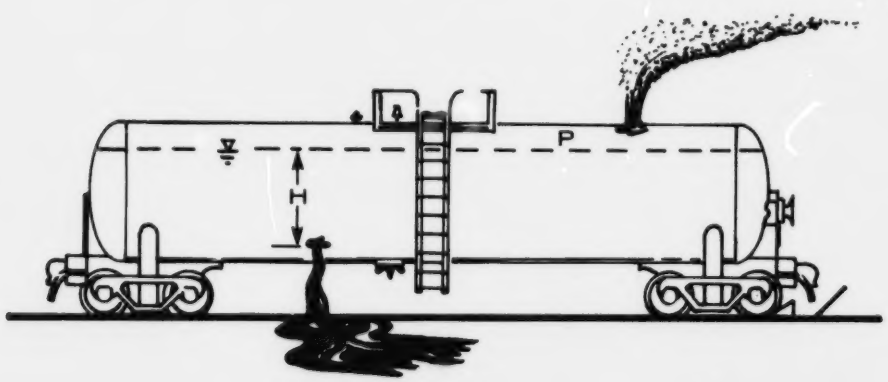


FIGURE 8 RUPTURE DE LA PAROI INFÉRIEURE OU SUPÉRIEURE D'UN WAGON-CITERNE

5.2.2 Nomogrammes relatifs aux fuites au-dessous du niveau de liquide

5.2.2.1 Pourcentage de liquide restant en fonction du temps. – La figure 9 permet d'évaluer le pourcentage de liquide restant dans un wagon-citerne en fonction du temps écoulé depuis le moment du bris et en fonction d'un orifice de diamètre donné. Les diamètres sont des diamètres équivalents et valent pour des orifices de toutes formes.

On suppose que le wagon-citerne a 2,75 mètres de diamètre, 13,4 mètres de longueur et une capacité de 80 000 litres et qu'il est plein de propylène à 40 °C au moment du bris. Le pourcentage de liquide restant dans un wagon-citerne à un moment donné après le bris n'est pas seulement fonction du débit de fuite mais aussi du volume et de la forme de ce wagon-citerne.

5.2.2.2 Débit de fuite du liquide en fonction du diamètre équivalent de l'orifice. – La figure 10 permet d'évaluer le débit de fuite maximal (l/s) en fonction de diamètres équivalents donnés. Comme la tension exercée par les vapeurs sur la surface du liquide est supérieure à la force de la pesanteur, le débit de fuite sera relativement constant pendant toute la durée de l'écoulement.

5.2.3 Nomogrammes relatifs aux fuites au-dessus du niveau de liquide. – Le même wagon-citerne et les mêmes hypothèses (voir 5.2.2.1) servent aux nomogrammes suivants.

5.2.3.1 Pourcentage de liquide restant en fonction du temps. – La figure 11 permet d'évaluer, pour un orifice de diamètre donné, le pourcentage de liquide restant dans un wagon-citerne en fonction du temps écoulé depuis le moment du bris. Les diamètres sont des diamètres équivalents pour des orifices de toutes formes. Les conditions étant isothermes, la pression de vapeur et le débit d'émission de vapeurs sont constants.

5.2.3.2 Débit d'émission de vapeurs en fonction du diamètre équivalent de l'orifice. – La figure 12 permet d'évaluer le débit d'émission de vapeurs (kg/s) en fonction du diamètre équivalent de l'orifice situé au-dessus du niveau de liquide. Dans le cas d'un orifice de diamètre donné et, selon les hypothèses qui ont été posées, le débit d'émission de vapeurs sera constant jusqu'à évaporation complète du liquide. Il n'y a pas de rapport entre les dimensions du wagon-citerne et les valeurs obtenues de la figure 12. Ces valeurs sont plutôt fonction de la température du liquide qui, à 40 °C, exerce une pression de vapeur de 1600 kPa.

5.2.4 Exemples de calcul

PROBLÈME A

Il y a eu bris d'un wagon-citerne type contenant 80 000 litres de propylène à 40 °C. L'orifice est situé au-dessous du niveau de liquide. Son diamètre équivalent est de 150 mm. Quel pourcentage du volume initial de 80 000 litres représente le volume de liquide restant après 0,5 minute?

Solution (voir figure 9): si t = 0,5 mn et D = 150 mm, le volume de liquide restant représente 53 p. 100 (soit 42 000 l) du volume initial.

Quel est le débit de fuite?

Solution (voir figure 10): si D = 150 mm, le débit de fuite instantané (q) = 1100 l/s.

PROBLÈME B

Le wagon-citerne du problème A a été percé au-dessus du niveau du liquide. L'orifice a un diamètre équivalent de 250 mm. L'émission de vapeurs se produit dans des conditions isothermes. En combien de temps la citerne se videra-t-elle?

Solution (voir figure 11): si D = 250 mm, la citerne se videra en 5 minutes approximativement.

Quel est le débit d'émission de vapeurs?

Solution (voir figure 12): si D = 250 mm, le débit sera de 150 kg/s.

(Il est à noter que si l'émission de vapeurs se produit dans des conditions isothermes, le débit peut être inférieur de un à trois ordres de grandeur en raison de la perte d'isolation, de la température ambiante et d'autres facteurs.)

Figure 9

PROPYLÈNE

POURCENTAGE DE LIQUIDE RESTANT EN FONCTION DU TEMPS D'ÉCOULEMENT

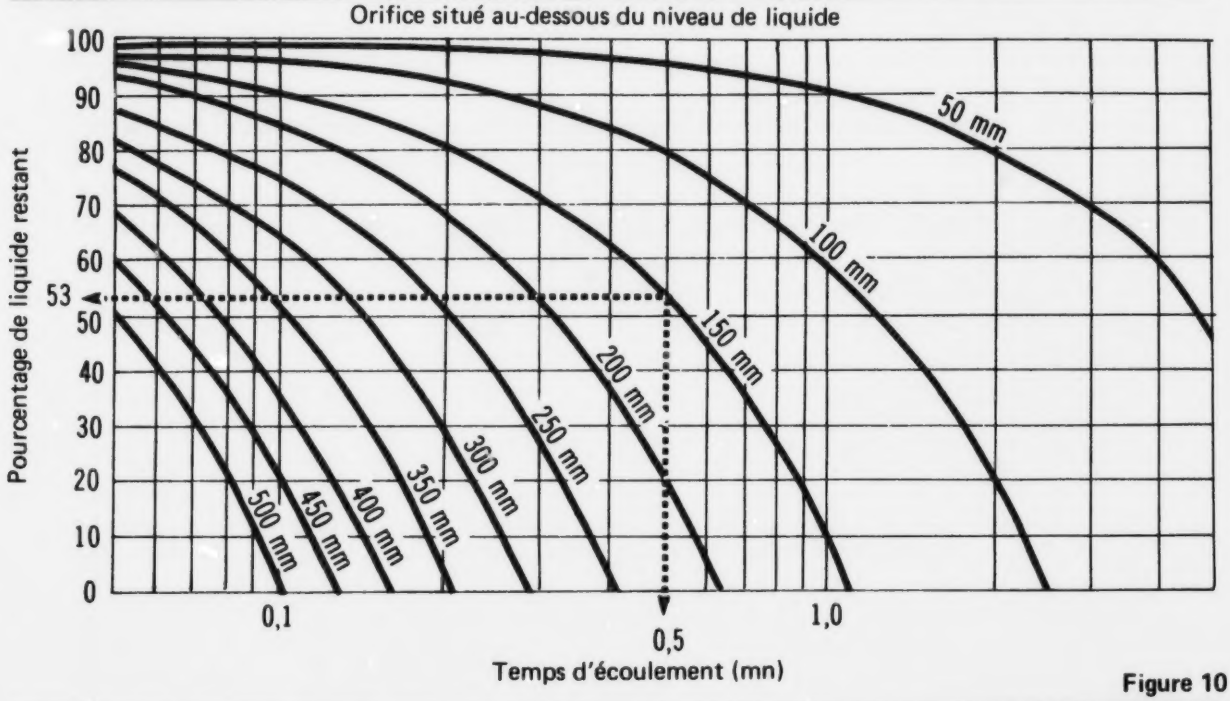


Figure 10

PROPYLÈNE

DÉBIT DE FUITE EN FONCTION DU DIAMÈTRE DE L'ORIFICE

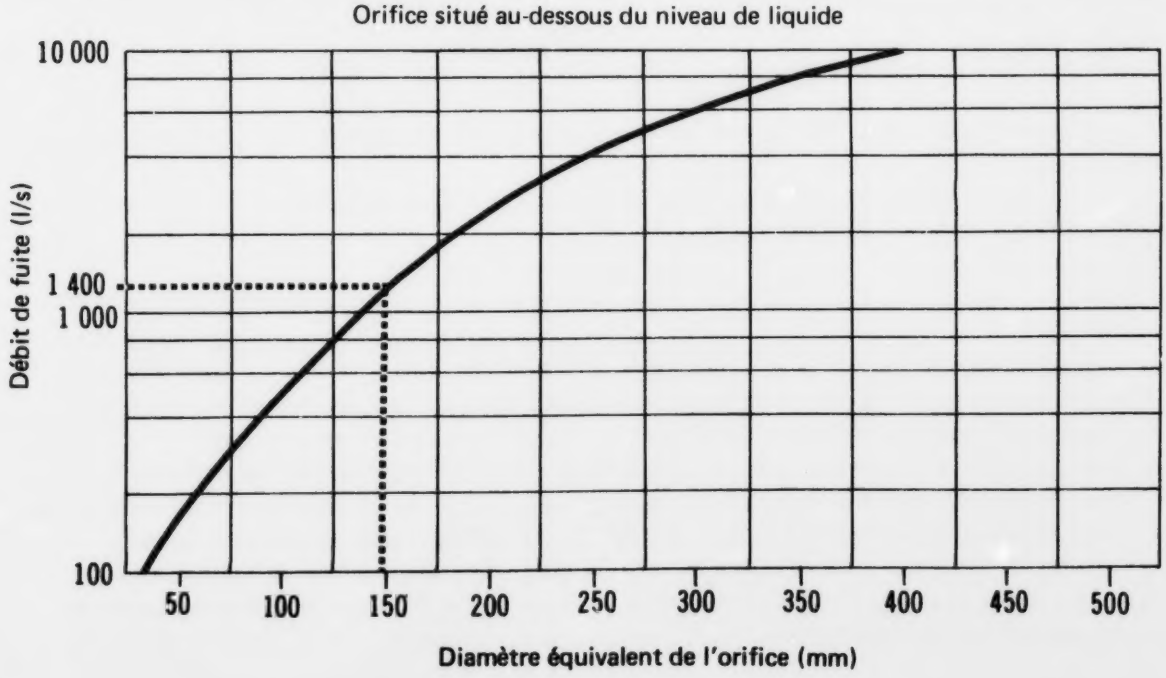


Figure 11

PROPYLÈNE

POURCENTAGE DE LIQUIDE RESTANT EN FONCTION DU TEMPS D'ÉCOULEMENT

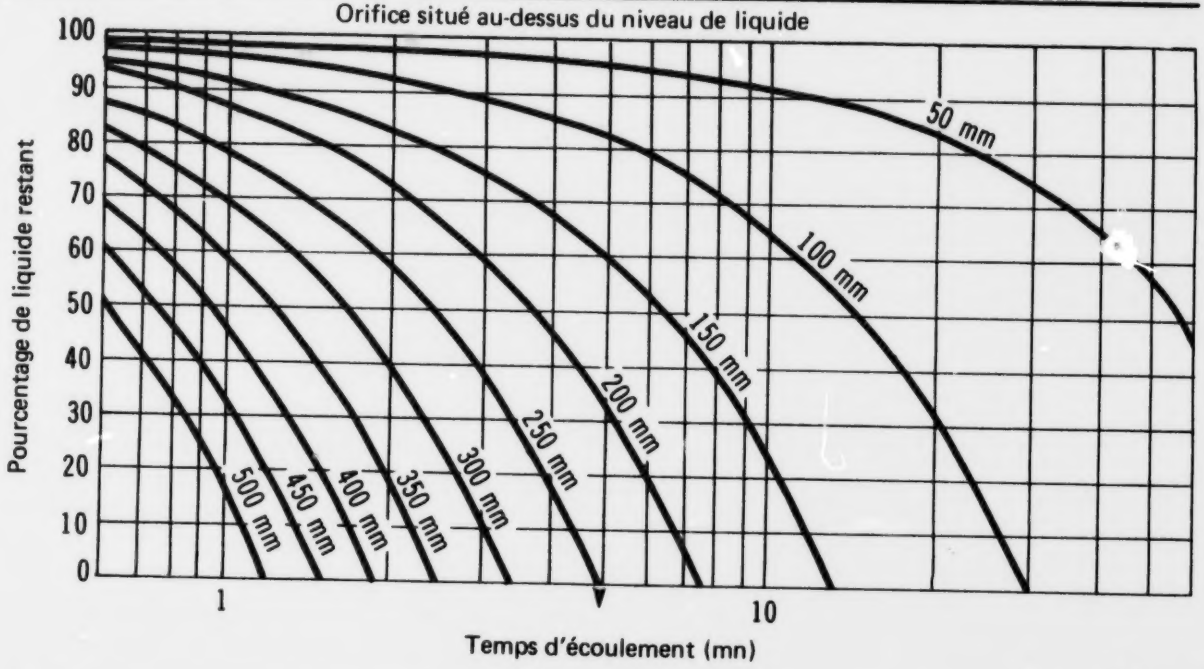
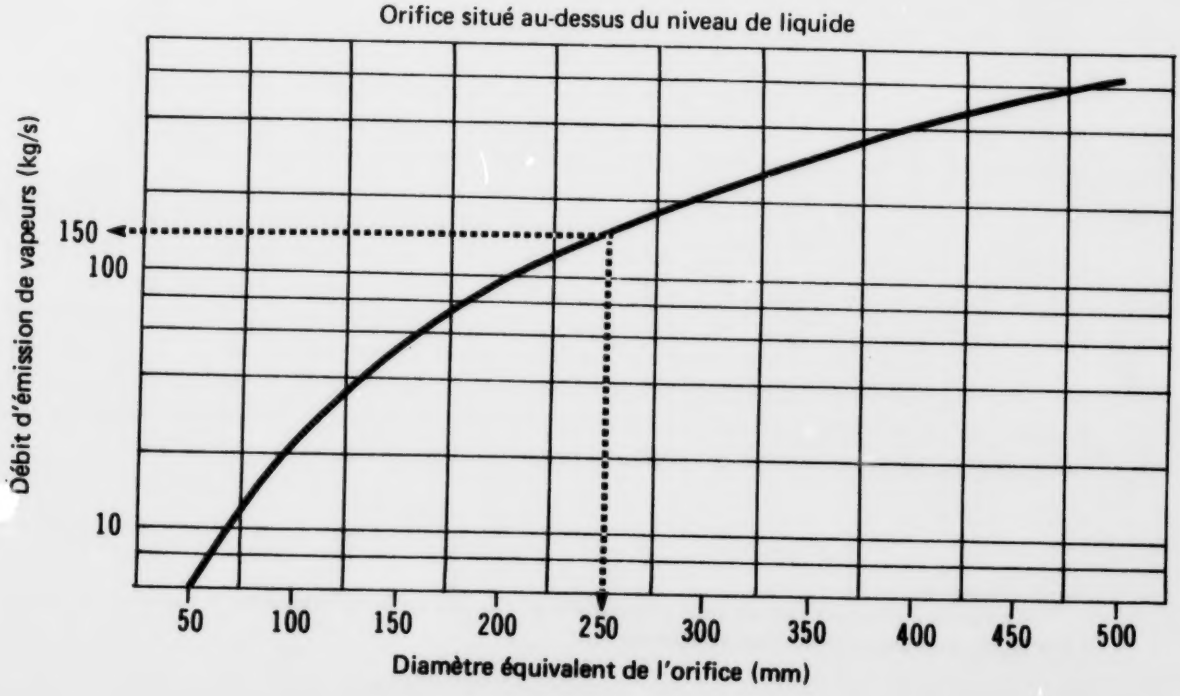


Figure 12

PROPYLÈNE

DÉBIT D'ÉMISSION DE VAPEURS EN FONCTION DU DIAMÈTRE DE L'ORIFICE



5.3 Diffusion dans l'atmosphère

5.3.1 Introduction. – Comme le propylène à l'état liquide est très volatil, l'évaporation du liquide déversé dans l'eau ou sur le sol est très rapide. Le débit d'émission de vapeurs est si rapide qu'on lui attribue un caractère instantané qui se traduit par la formation d'une bouffée. Il ne sera question dans le présent ouvrage que de ce type d'émission de vapeurs.

Pour évaluer les teneurs en vapeurs du côté sous le vent par rapport au lieu de l'accident et déterminer la zone dangereuse sur le plan de la toxicité ou de l'inflammabilité, il faut modéliser le transport et la diffusion (turbulente) des vapeurs dans l'atmosphère. Les modèles utilisés supposent une répartition gaussienne des teneurs au sein du panache: ce sont les plus répandus pour la prévision des teneurs en polluants. (Le lecteur trouvera de plus amples renseignements à ce sujet dans le Manuel d'introduction Enviroguide.)

La figure 15 schématise la diffusion d'une bouffée de polluant à partir d'un point source dont la quantité instantanée de vapeurs émises est égale à la quantité de polluant déversé (q_t).

5.3.2 Nomogrammes de diffusion de la bouffée de vapeurs. – Les nomogrammes de diffusion atmosphérique de la bouffée servent à déterminer la zone dangereuse sur le plan de la toxicité et de l'inflammabilité. Les nomogrammes, figures et tableaux présentés ci-dessous apparaissent dans l'ordre dans lequel ils doivent être utilisés, comme le lecteur pourra s'en rendre compte dans les pages qui suivent.

Tableau 6 Conditions météorologiques (catégories de stabilité)

Figure 14 Teneur uniformisée[1] en vapeurs, calculée en fonction d'une distance donnée sous le vent et pour différentes catégories de conditions météorologiques

Tableau 7 Demi-largeurs maximales de la bouffée de polluant

Figure 15 Distance parcourue par la bouffée, calculée en fonction du temps écoulé depuis le déversement et pour différentes vitesses de vent

La figure 16 indique les étapes à suivre dans le calcul de la diffusion des vapeurs et dans le choix des nomogrammes et des tableaux à utiliser. En fait, ce sont les étapes encadrées par un pointillé qui servent dans la présente section. (Les données relatives au volume total de liquide déversé figurent à la section 5.2.) Le lecteur trouvera dans les paragraphes qui suivent l'information relative à chacun des nomogrammes de diffusion et à son utilisation.

5.3.2.1 Teneur en vapeurs en fonction de la distance sous le vent. – La figure 14 illustre la relation qui existe entre la teneur uniformisée en polluant, sous forme de vapeurs, et la distance sous le vent pour les catégories D et F de conditions (météorologiques) de stabilité. Le nomogramme a été établi à l'aide des modèles de diffusion décrits dans le Manuel d'introduction Enviroguide. La teneur en vapeurs est représentée par la teneur uniformisée (Tu/q_t) au niveau du sol le long de la médiane de la bouffée schématisée. La catégorie F est la moins propice à la diffusion de la bouffée; la catégorie D est la plus fréquente presque partout au Canada. Il faut déterminer la catégorie appropriée (tableau 6) avant d'utiliser la figure 14.

---

(1) La teneur uniformisée (on dit aussi «normalisée») en vapeurs est Tu/q_t, c'est-à-dire la teneur en vapeurs de CH_2CHCH_3 pour une unité de quantité déversée.

Figure 13

PROPYLÈNE

SCHÉMATISATION D'UNE BOUFFÉE DE POLLUANT

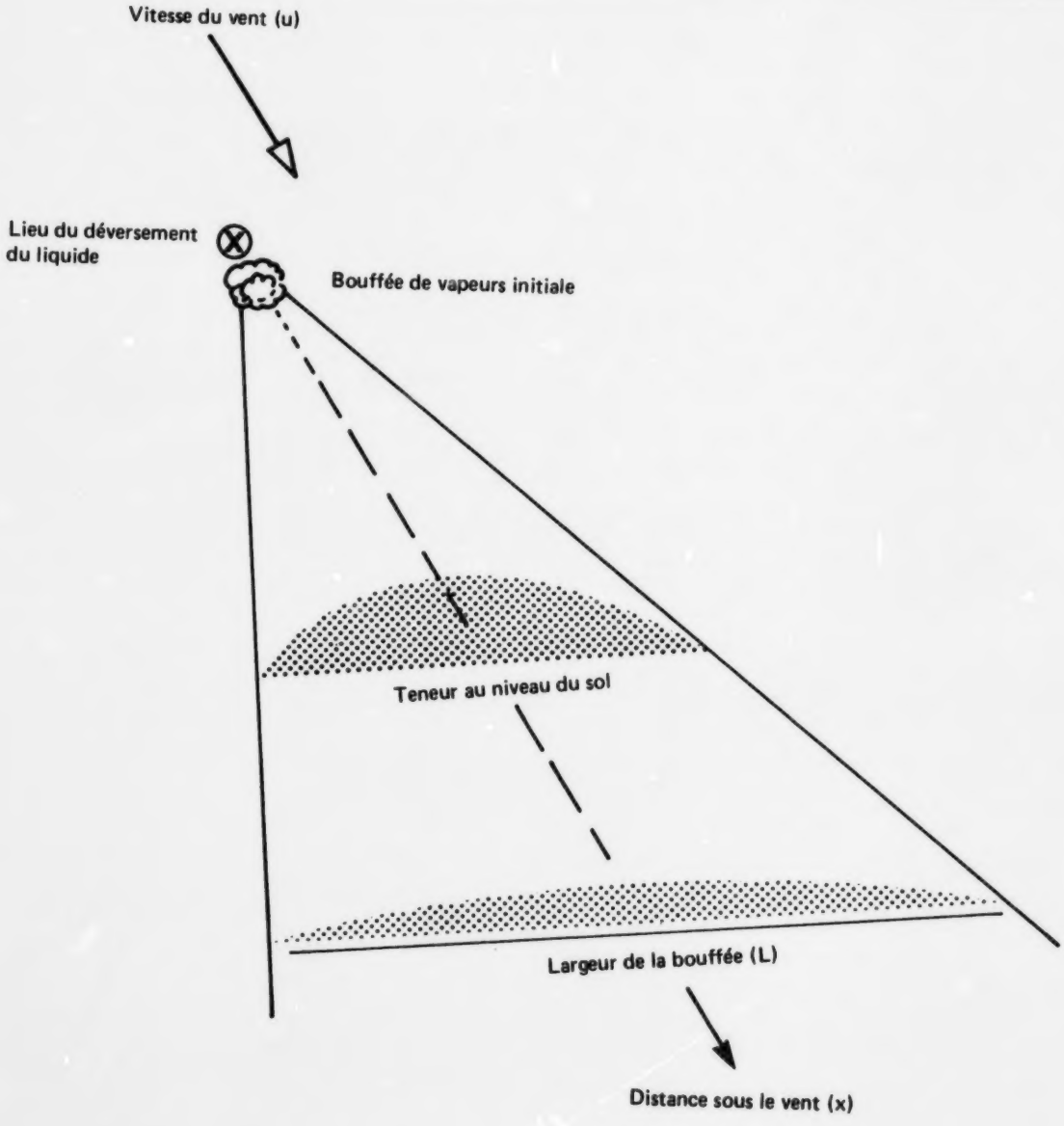


Figure 14

PROPYLÈNE

TENEUR UNIFORMISÉE EN VAPEURS EN FONCTION DE LA DISTANCE SOUS LE VENT

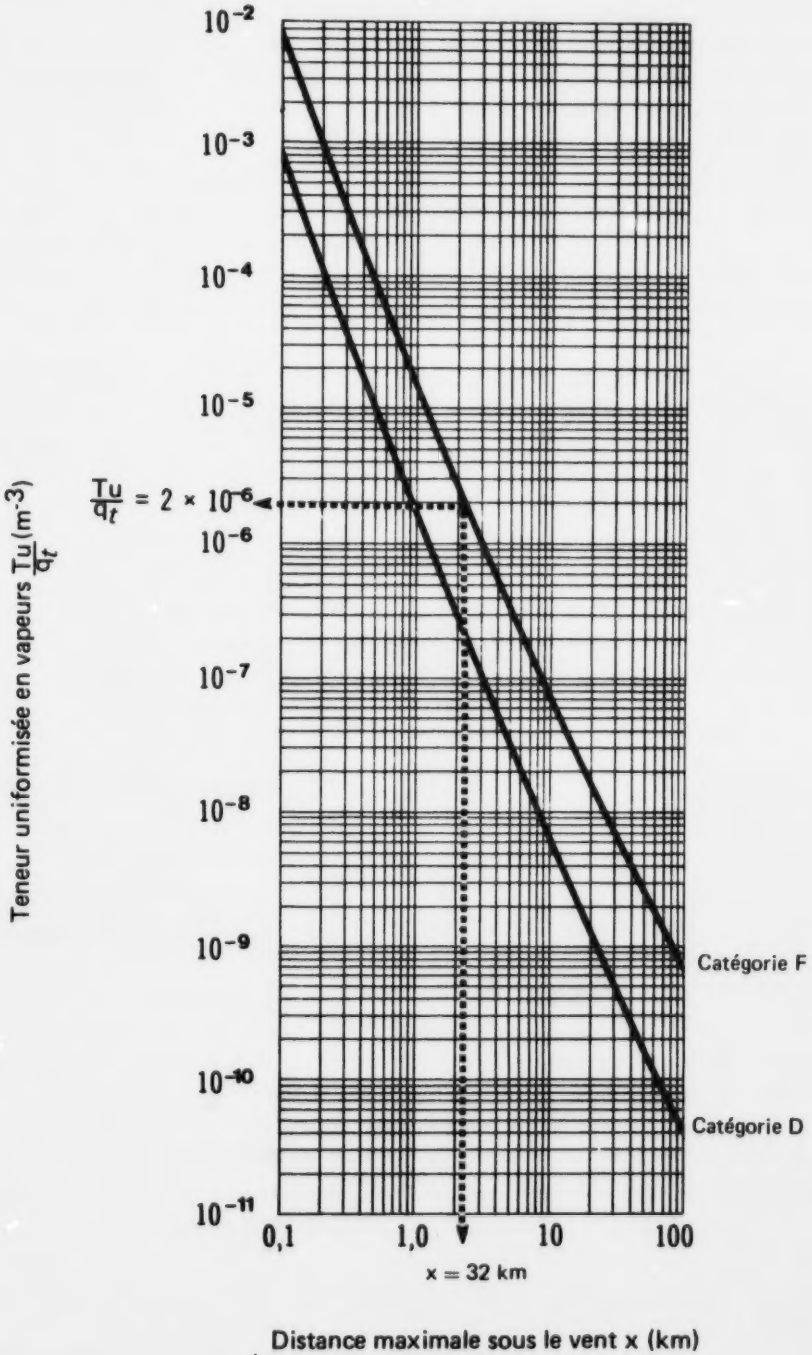


Figure 15

PROPYLÈNE

DISTANCE PARCOURUE PAR LA BOUFFÉE EN FONCTION DU TEMPS ÉCOULÉ

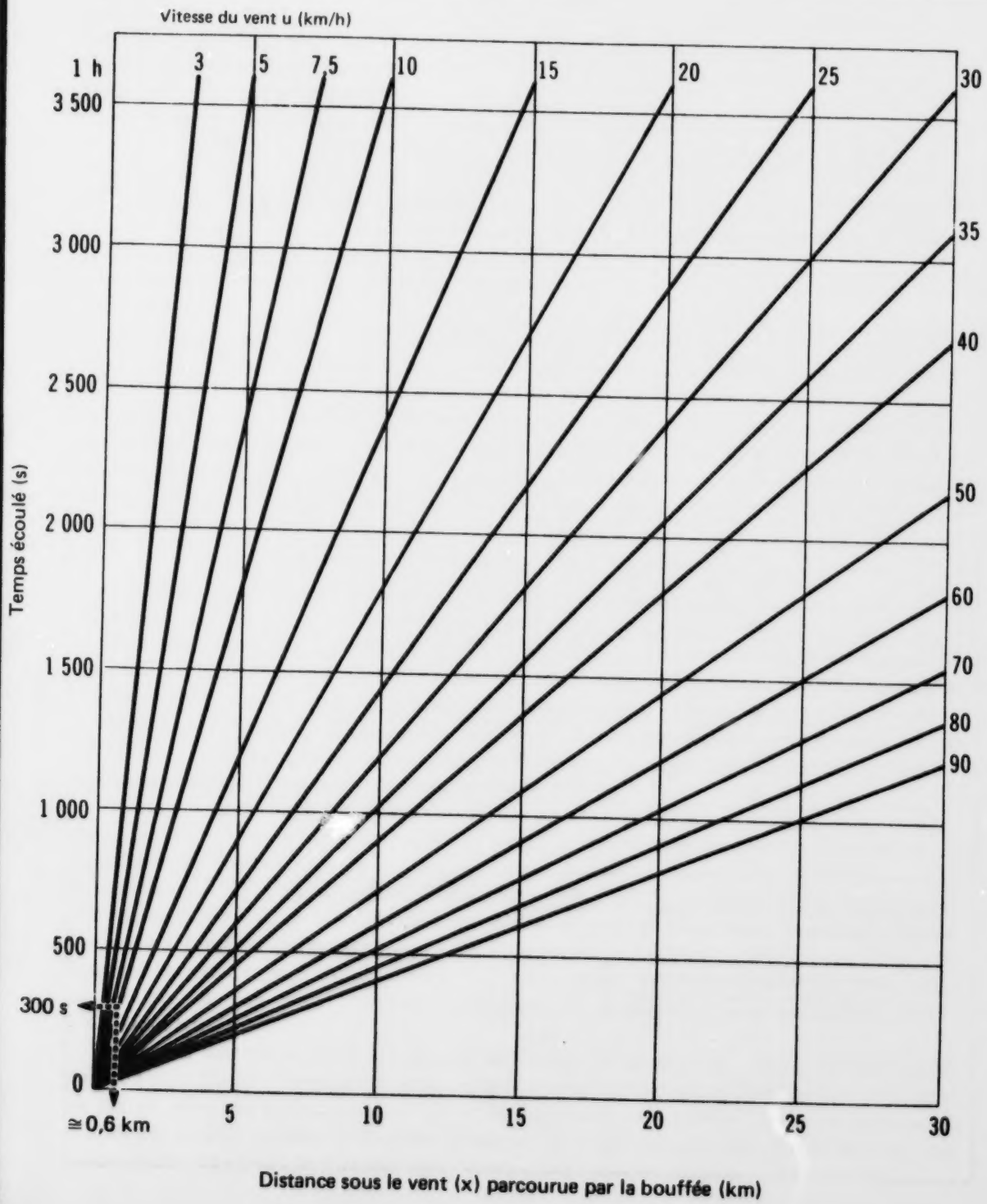


Figure 16

PROPYLÈNE — **ÉTAPES À SUIVRE POUR DÉTERMINER LA ZONE DANGEREUSE**

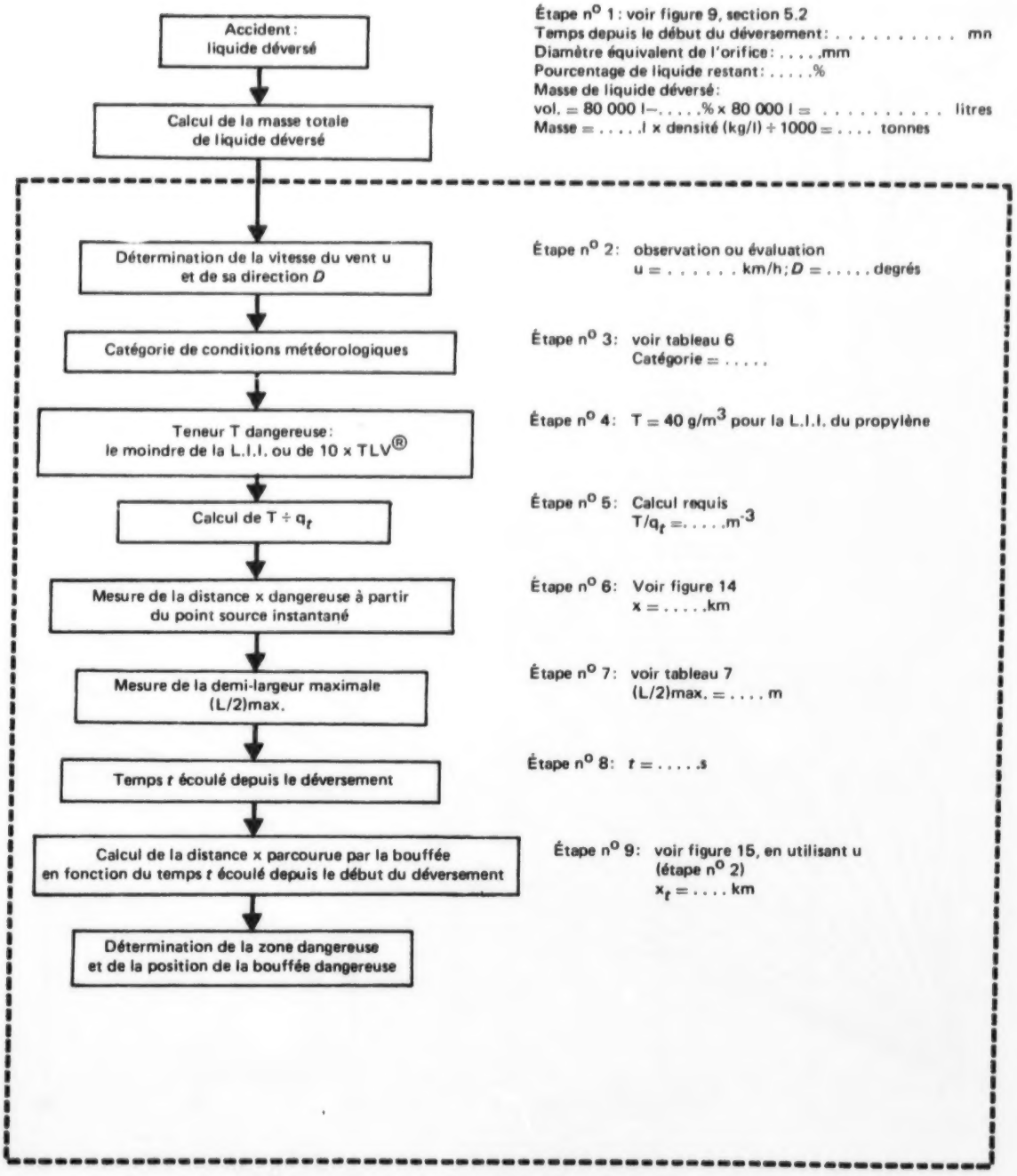


Tableau 6
Deux catégories de conditions (météorologiques) de stabilité

Catégorie F	Catégorie D
Vitesse du vent < 11 km/h (≅ 3 m/s) et l'une des conditions suivantes: ciel couvert durant le jour; nuit; forte inversion de température.	Valable pour toutes les autres conditions.

UTILISATION DU NOMOGRAMME

La distance maximale dangereuse du côté sous le vent (x) peut être déterminée à l'aide de la figure 14, si l'on possède les données suivantes:
La masse de vapeurs émises (équivalente à la masse déversée), q_t;
La vitesse du vent (u), en m/s;
La catégorie de conditions (météorologiques) de stabilité;
La teneur (T) dangereuse limite, soit la valeur la moindre entre 10 fois la *Threshold Limit Value*® (g/m^3) et la limite inférieure d'inflammabilité (g/m^3). Dans le cas d'un asphyxiant simple la valeur TLV® ne s'applique pas. La teneur en polluant qui entraîne un affaiblissement de la teneur en oxygène à moins de 18 p. 100 (niveau d'asphyxie) est de 14 p. 100 vol./vol. On se sert donc de la valeur la moindre entre 14 p. 100 vol./vol. et la L.I.I. À noter que pour convertir la L.I.I. (ou le niveau d'asphyxie) exprimée en pourcentage de volume en teneurs exprimées en g/m^3, il faut utiliser la figure 17.

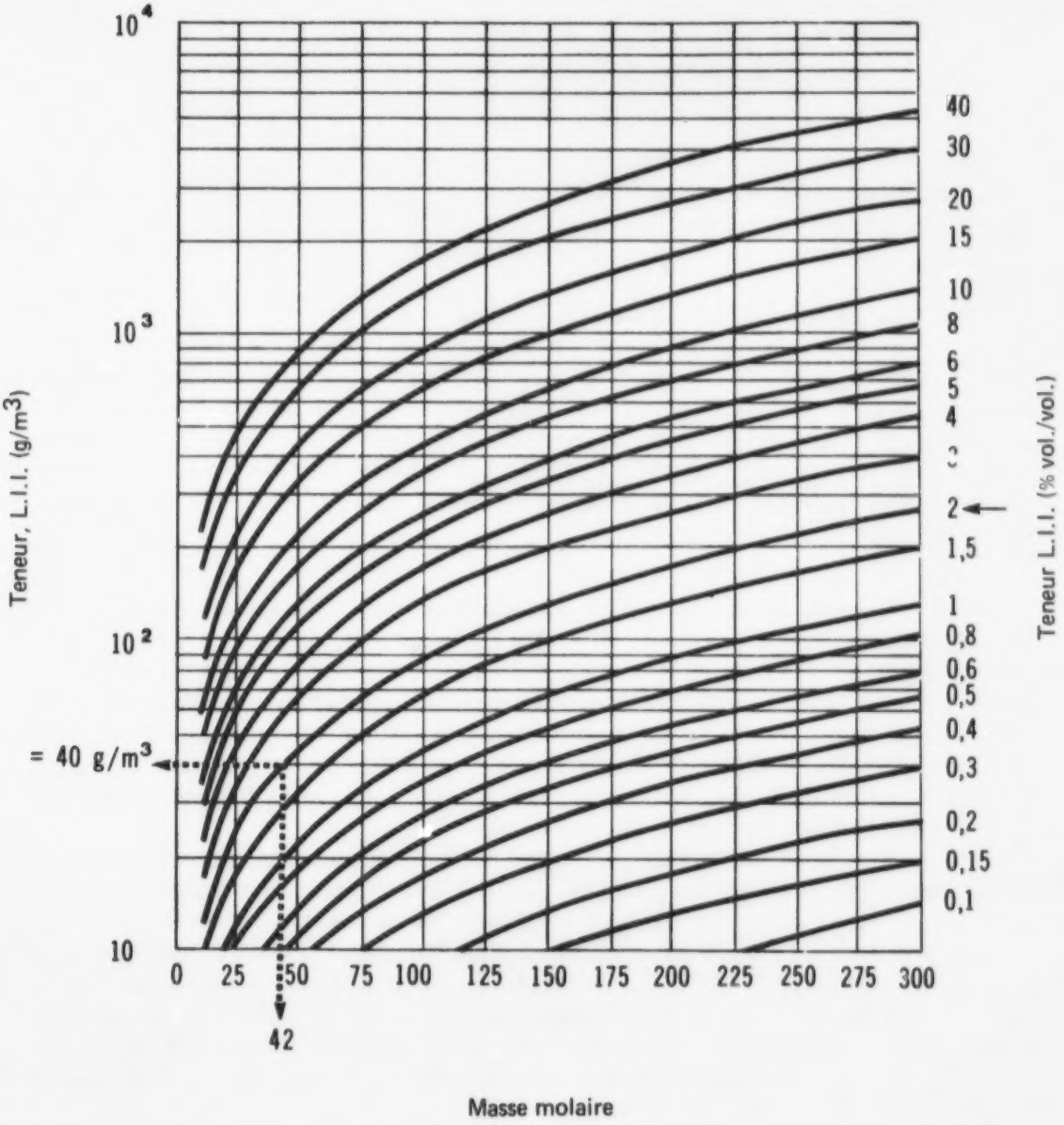
5.3.2.2 **Demi-largeur maximale de la bouffée dangereuse.** – Le tableau 8 présente des valeurs de la demi-largeur maximale de la bouffée (L/2)max. pour une plage de valeurs q_t, en fonction des catégories de stabilité D et F. Ces valeurs ont été calculées à l'aide des modèles de diffusion expliqués dans le Manuel d'introduction Enviroguide, en supposant une limite inférieure d'inflammabilité égale à 40 g/m^3. La demi-largeur maximale de la bouffée dangereuse représente la demi-largeur maximale du nuage de vapeurs de propylène situé du côté sous le vent et atteignant une teneur limite dangereuse qui correspond à une L.I.I. égale à 40 g/m^3. À noter que la distance maximale considérée est de 100 kilomètres.

Dans les conditions (météorologiques) de stabilité D, la plage de vitesses du vent est comprise entre 3 m/s et 30 m/s. Quant à l'éventail de débits d'émission (q_t) instantanés, il correspond à un éventail de masses déversées comprises entre 0,5 et 1 300 000 tonnes. Si tout le contenu, soit 80 000 l (17 600 gal imp.) d'un wagon-citerne était déversé, cela représenterait une masse de 48 700 kg (48,7 tonnes). Le tableau 8 pour la catégorie D, fournit des chiffres calculés en fonction de masses jusqu'à 26 500 fois plus considérables Un déversement aussi considérable est très improbable, mais il faut tenir compte dans les calculs d'une masse aussi importante, si l'on veut maintenir une distance maximale dangereuse allant jusqu'à 100 kilomètres.

Dans les conditions (météorologiques) de stabilité F, la plage de vitesses du vent s'étend de 1 à 3 m/s. Quant à l'éventail de débits d'émission (q_t) instantanés, il correspond à un éventail de masses déversées comprises entre 0,5 et 60 000 tonnes. Le tableau 7 pour la catégorie F, fournit des chiffres calculés en fonction de masses atteignant jusqu'à 1200 fois le contenu d'un wagon-citerne standard. (Voir la remarque dans le paragraphe précédent.)

Figure 17

PROPYLÈNE — CONVERSION DE LA L.I.I. (% à g/m^3)



Exemple: MM de propylène = 42, L.I.I. = 2 %, alors L.I.I. en g/m^3 = 40

Note: Ces données valent pour une température de 25 °C et une pression atmosphérique de 760 mm de Hg

UTILISATION DU NOMOGRAMME

À partir de valeurs connues de q_t en fonction d'une catégorie donnée de stabilité, choisissez la valeur q_t la plus proche fournie dans le tableau et la demi-largeur maximale correspondante. Si vous désirez un résultat un peu plus précis, déterminez par interpolation les valeurs q_t et (L/2)max. (Voir également l'exemple qui accompagne le tableau 7.)

Tableau 7
Demi-largeurs maximales de la bouffée dangereuse de propylène

Conditions météorologiques D			Conditions météorologiques F	
q_t (tonnes)	(L/2)max. (m)		q_t (tonnes)	(L/2)max. (m)
1 300 000	4 045 (99,9 km)*		60 000	1 860 (99,5 km)*
1 200 000	3 920		50 000	1 720
1 000 000	3 660		25 000	1 280
750 000	3 275		10 000	865
500 000	2 805		5 000	645
250 000	2 150		2 500	480
200 000	1 980		1 000	335
150 000	1 770		750	300
100 000	1 520		500	255
75 000	1 360		250	195
50 000	1 160		100	135
25 000	890		50	105
10 000	640		25	80
5 000	495	q_t = 20 tonnes →	20	75 → (L/2)max. = 75 m
2 500	380		10	55
1 000	270		5	45
500	210		2,5	35
250	165		1	25
100	115		0,5	20
50	90			
25	70			
20	65			
10	50			
5	40			
1	25			
0,5	10			

Exemple. – Une masse de 20 tonnes de propylène déversée dans les conditions de stabilité F donne une demi-largeur maximale de la bouffée dangereuse de 75 m.
Note. – Le tableau vaut pour une teneur en propylène correspondant à la L.I.I., soit 40 g/m^3.
* Les chiffres sont fournis pour une distance maximale sous le vent de 100 km.

5.3.2.3 Distance parcourue par la bouffée en fonction du temps écoulé. – La figure 15 indique la distance (x) parcourue par la bouffée après un temps (t) de déplacement pour une vitesse de vent (u) donnée. Il s'agit de la représentation graphique de la relation $x_t = ut$ appliquée à un éventail de vitesses de vent courantes.

UTILISATION DU NOMOGRAMME

La vitesse du vent (u) et le temps (t) de déplacement de la bouffée étant connus, la distance (x_t) parcourue du côté sous le vent peut être obtenue.

5.3.3 Exemple de calcul. – L'exemple donné ci-dessous illustre les étapes à suivre dans le calcul qui permet de déterminer la zone dangereuse du côté sous le vent du lieu où se produit un déversement. L'utilisateur prendra note des limites des méthodes de calcul décrites dans le présent guide ou dans le Manuel d'introduction Enviroguide. Les estimations ne valent que pour les conditions précisées. Il est souhaitable que l'utilisateur, dans un cas de déversement réel, se serve de données connues ou observables (par exemple en ce qui concerne la masse déversée).

DONNÉES DU PROBLÈME

Au cours de la nuit, vers 2 h, 20 tonnes de propylène ont été déversées sur un sol plat. Il est maintenant 2 h 05. La température est de 20 °C et le vent souffle du nord-ouest à une vitesse de 7,5 km/h. Déterminer la zone de vapeurs dangereuses.

ÉTAPES DU CALCUL

Étape 1 La masse de liquide déversée est de 20 tonnes, donc q_t = 20 tonnes ou 20 x 10^6 g.

Étape 2 Déterminer la vitesse du vent u et sa direction D.
Utiliser l'information accessible sur les conditions météorologiques, de préférence à partir d'observations faites sur le terrain. Ici:
u = 7,5 km/h; u = 7,5 ÷ 3,6 = 2,1 m/s;
D = N.-O. ou 315° (D = direction d'où souffle le vent).

Étape 3 Déterminer la catégorie appropriée de conditions météorologiques.
Le tableau 6 permet d'établir qu'il s'agit de la catégorie F, puisque u < 11 km/h et que le déversement se produit au cours de la nuit.

Étape 4 Déterminer T, la teneur dangereuse limite.
Opter pour la valeur la moindre entre le niveau d'asphyxie et la L.I.I., dans le cas présent la L.I.I. = 40 g/m^3 et le niveau d'asphyxie = 280 g/m^3.

Étape 5 Calculer T/q_t

$$T/q_t = \frac{40}{2 \times 10^7} = 2,0 \times 10^{-6} m^{-3}$$

Étape 6 Calculer la distance dangereuse (x) à partir du point source instantané.
Voir figure 14. Pour une catégorie F de conditions météorologiques, si T/q_t = 2,0 x 10^{-6}m^{-3}, x ≃ 2,4 km.

Étape 7 Calculer la demi-largeur maximale de la bouffée dangereuse.
Se servir du tableau 7. Comme q_t = 20 tonnes, sous la catégorie F de conditions météorologiques (L/2)max. = 75 m.

Étape 8 Déterminer le temps t écoulé depuis le début du déversement.
t = 5 mn x 60 = 300 s.

Étape 9 Calculer la distance sous le vent x parcourue par la bouffée depuis le début du déversement.
Se servir de la figure 15. Comme t = 300 s et u = 7,5 km/h.
x_t = 0,6 km (plus précisément: ut = 2,1 m/s x 300 s = 630 m = 0,63 km).

Étape 10 Schématiser la zone dangereuse.
Cela se fait en formant un rectangle dont deux des côtés opposés mesurent (chacun) deux fois la demi-largeur maximale de la bouffée dangereuse (75 m), alors que les

deux autres côtés mesurent (chacun) l'équivalent de la distance maximale dangereuse sous le vent à partir du point source instantané soit 2,4 km, et sont orientés dans la direction du vent (voir figure 18).

Si le vent ne fluctue que de 20° (315° ± 10°), le schéma de la zone dangereuse correspond à la figure 19.

Note. – Au cours des 5 minutes qui se sont écoulées depuis le début du déversement, la bouffée a franchi seulement 0,63 km. Sous un vent de 7,5 km/h, il s'écoulerait encore 14 minutes avant que la bouffée ne franchisse la distance maximale dangereuse sous le vent, soit 2,4 km.

5.4 Comportement dans l'eau

5.4.1 Introduction. – Déversé dans l'eau, le propylène liquide s'étale sur la surface et s'évapore. Comme le propylène est peu soluble dans l'eau, seule une petite portion de celui-ci se dissoudra.

Dans la préparation du nomogramme, la superficie de la nappe étalée sur l'eau a été estimée, compte tenu des pertes dues à l'évaporation.

5.4.2 Étalement sur l'eau. – La vitesse d'étalement du produit sur l'eau dépend des rapports de forces qui favorisent l'étalement comme la gravité et la tension superficielle et celles qui s'y opposent comme l'inertie et la viscosité. Comme les liquides cryogéniques tels que le propylène s'évaporent rapidement, on estime que seule l'action initiale de la gravité et de l'inertie s'applique au processus d'étalement (Phani, 1974). L'étendue maximale de la nappe de liquide déversé dépend dans une grande mesure de la vitesse d'évaporation.

Les équations qui décrivent l'étalement d'une nappe de propylène liquide déversé dans l'eau sont présentées dans le Manuel d'introduction Enviroguide. Pour préparer le nomogramme, on a supposé que la température de l'eau était de 20 °C, ce qui représente un maximum acceptable à la surface d'une étendue d'eau au cours de l'été au Canada. Dans de telles conditions, le liquide déversé s'étale au maximum en supposant qu'il n'y ait aucune dissolution du produit dans l'eau.

5.4.3 Nomogramme. – Le nomogramme suivant sert à déterminer l'étalement en eau calme (aucune dissolution) et le temps nécessaire à l'évaporation complète de la masse déversée.

Figure 20 Rayon maximal de la nappe en fonction de la masse déversée et temps nécessaire à l'évaporation totale

5.4.3.1 Rayon maximal de la nappe en fonction de la masse déversée. – La figure 20 fournit un moyen simple d'estimer le rayon maximal de la nappe de propylène liquide si la masse déversée est connue. Le nomogramme s'inspire de données présentées dans le Hazard Assessment Handbook (CHRIS, 1974) et d'un modèle mathématique de l'étalement et de l'évaporation simultanés d'un liquide cryogénique déversé dans l'eau (Phani, 1974). L'échelle des minutes du nomogramme permet d'estimer le temps nécessaire à l'évaporation complète de la nappe. Les intervalles étant courts, on n'a pas tracé l'échelle de temps complète de l'étalement de la nappe. De la même façon, la distance parcourue par la nappe sous l'effet des vents ou du courant de surface n'a pas été incluse dans les calculs.

Figure 18

PROPYLÈNE

ZONE DANGEREUSE MAXIMALE SOUS UN VENT INVARIABLE
EXEMPLE DE PROBLÈME

Direction et vitesse du vent = 315° (N.-O.) à 7,5 km/h

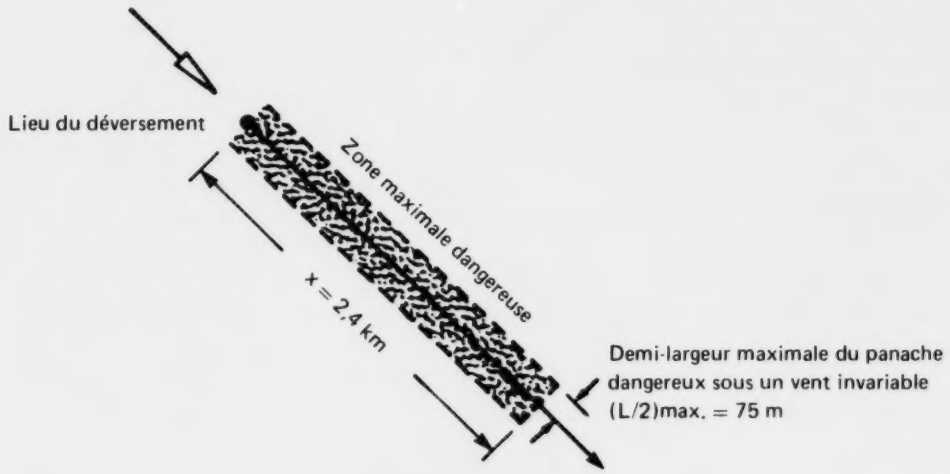
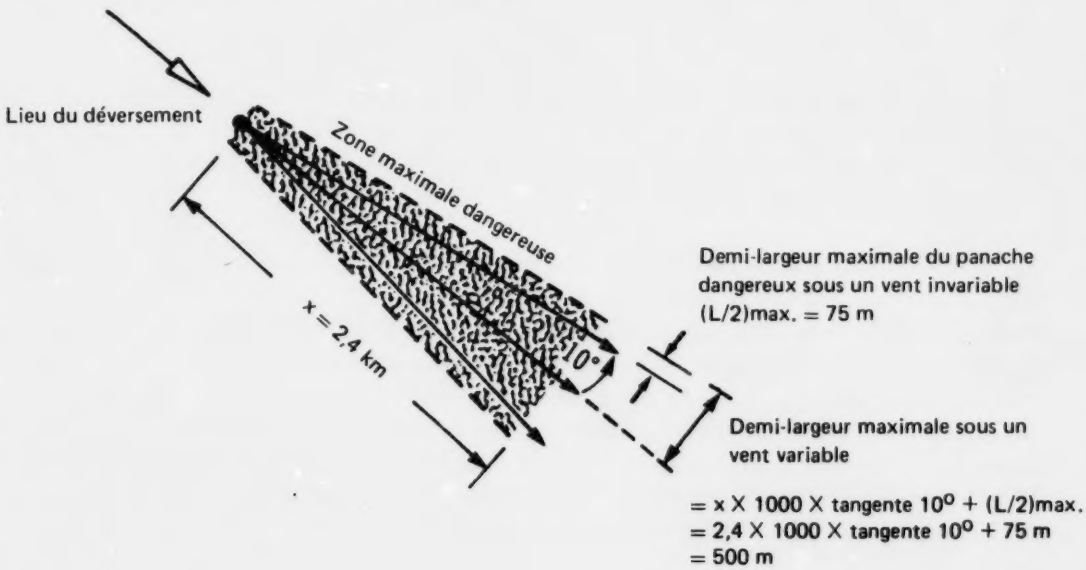


Figure 19

PROPYLÈNE

ZONE DANGEREUSE MAXIMALE SOUS UN VENT VARIABLE
EXEMPLE DE PROBLÈME

Direction et vitesse du vent = 315° (N.-O.) ± 10° à 7,5 km/h



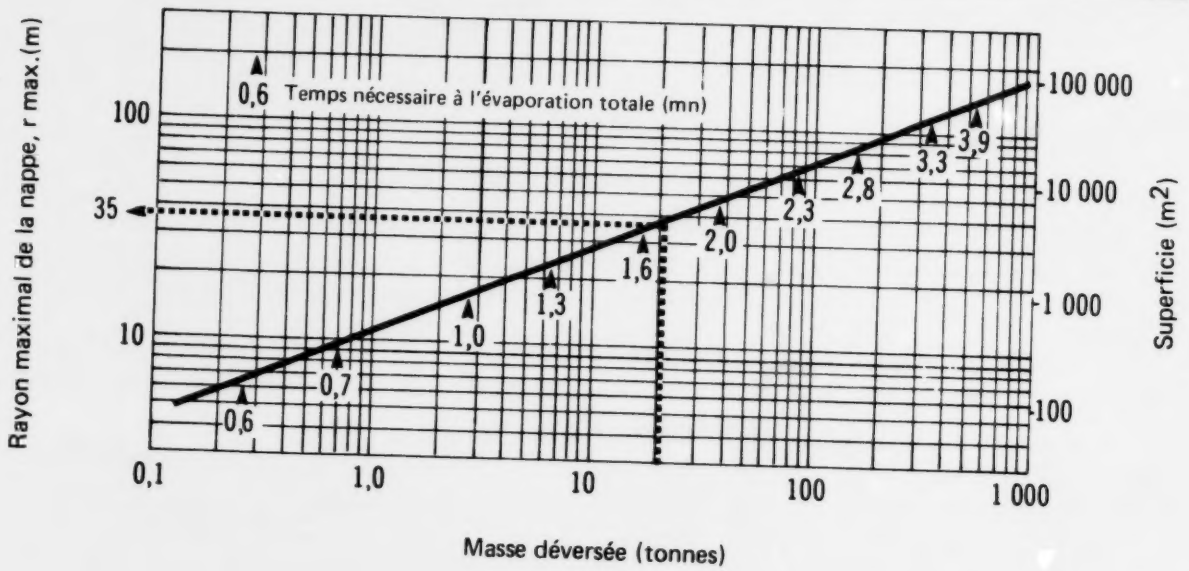
5.4.4 Exemple de calcul

5.4.4.1 Étalement en eau calme. – Vingt tonnes de propylène ont été déversées sur un grand lac. Quel est le rayon maximal de la nappe (en supposant qu'il n'y a aucune dissolution) et le temps nécessaire pour l'évaporation complète de la nappe?
Solution: Utiliser la figure 20. Si la masse égale 20 tonnes, le rayon maximal égale 35 m et le temps nécessaire pour l'évaporation complète est d'environ 1,7 minute.

Figure 20

PROPYLÈNE

RAYON MAXIMAL DE LA NAPPE EN FONCTION DE LA MASSE DÉVERSÉE



5.5 Comportement dans la subsurface

La migration du propylène dans le sol et jusque dans les eaux souterraines n'est pas susceptible de créer des problèmes dans un avenir prévisible en raison de son point d'ébullition de -48 °C et de sa faible solubilité dans l'eau.

Par conséquent, aucun modèle de migration du propylène dans le sol n'a été préparé.

6 PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

6.1 Limites maximales admissibles

Il est à noter que les limites maximales admissibles constituent dans certains cas des éléments de règlements, alors que dans d'autres cas elles correspondent seulement à des recommandations.

6.1.1 Qualité de l'eau

6.1.1.1 Situation au Canada. – En ce qui concerne le propylène dans l'eau potable, aucun règlement au Canada ne fixe une teneur maximale.

6.1.1.2 Situation ailleurs dans le monde. – Aux États-Unis, une teneur maximale admissible de 0,5 mg/l dans l'eau potable a été recommandée (WQCDB-1, 1970; Verschueren, 1984). L'U.R.S.S. a fixé une teneur maximale admissible de 0,5 mg/l basée sur les propriétés organoleptiques du propylène.

6.1.2 Qualité de l'air

6.1.2.1 Situation au Canada et aux États-Unis. – Aucune limite précise n'a été fixée ni recommandée au Canada, ni aux États-Unis.

6.2 Toxicité pour les espèces aquatiques

6.2.1 Évaluation de la toxicité aux États-Unis. – La tolérance moyenne pour 96 heures (TLm 96) au propylène correspond à des teneurs de plus de 1000 mg/l (RTECS, 1979).

6.2.2 Données sur la toxicité. – Il n'y a aucune donnée disponible.

6.3 Données pour d'autres espèces vivantes

L'exposition au propylène affecte quelque peu les plantes porte-graines. On constate par exemple, de l'épinastie sur les pétioles de tomate suite à une exposition de 2 jours à 50 ppm et une détérioration des plants de pois après une exposition de 3 jours à 1000 ppm (Verschueren, 1984).

6.4 Dégradation du polluant

Comme le propylène s'évapore et se disperse rapidement, la dégradation sur les lieux du déversement n'est pas un facteur dont il faut tenir compte (OHM-TADS, 1981).

6.5 Devenir et effets à long terme

6.5.1 Bioaccumulation potentielle. – Le propylène ne s'accumule pas dans les organismes vivants et n'est pas susceptible de contaminer la chaîne alimentaire (CHRIS, 1978).

7 PROTECTION DE LA SANTÉ

La documentation publiée donne peu de renseignements sur les effets toxiques du propylène chez l'homme et les animaux de laboratoire. Le propylène a été classé parmi les asphyxiants simples par la ACGIH des États-Unis. Il possède des propriétés anesthésiques. À l'état gazeux le propylène ne provoque pas d'irritation cutanée mais, des gelures peuvent résulter du contact direct du propylène liquide avec la peau.

Le répertoire TOXTIPS (résumé des recherches en cours) rapporte que le propylène a été choisi par le National Cancer Institute des États-Unis pour être soumis à des tests biologiques portant sur son pouvoir cancérogène. Aucun document ne traite des effets du propylène sur la reproduction. Les tests avec E. coli ont révélé que le propylène n'a pas de pouvoir mutagène. Le propylène est au nombre des produits listés dans l'inventaire de l'Environment Protection Agency (EPA), dressé conformément à la Loi sur le contrôle des substances toxiques (TSCA). Les données présentées ici rendent compte de l'information déjà publiée.

Les données toxicologiques sont extraites de sources dignes de confiance. Lorsque jugé nécessaire, l'interprétation des données relatives à l'homme est étayée par les données sur l'exposition de courte durée recueillies pour des espèces mammifères .

7.1 Normes d'exposition recommandées

Les normes relatives au propylène sont établies en fonction de ses propriétés asphyxiantes. Les directives des provinces, au Canada, sont généralement semblables à celles qui sont élaborées par l'ACGIH aux États-Unis, sauf indication contraire.

Directive	Origine	Teneur recommandée	Origine
Teneur pondérée en fonction du temps			
Asphyxiant simple	ACGIH	Lorsque l'air respiré contient du propylène la teneur en oxygène (en volume) ne doit pas être inférieure à 18 p. 100.	TLV, 1981
Teneur maximale admissible		4000 ppm	Braker, 1977
Threshold Limit Value®		4000 ppm	CHRIS, 1978
Asphyxiant simple	Québec	Lorsque l'air respiré contient du propylène la teneur en oxygène (en volume) ne doit pas être inférieure à 19,5 p. 100.	Québec, 1979
Teneur admissible pour des expositions de courte durée			
Aucune donnée			
Autres aspects de la toxicité pour l'homme			
Aucune donnée			

7.2 Données sur les propriétés irritantes

7.2.1 Contact avec la peau

Exposition	Effets	Référence
• CHEZ L'HOMME		
À l'état gazeux	Ne provoque pas d'irritation cutanée même à de fortes teneurs	MCA, 1956
À l'état liquide	Le contact provoque des gelures	CHRIS, 1978

7.2.2 Contact avec les yeux

Exposition	Effets	Référence
• CHEZ L'HOMME		
À l'état gazeux	Aucune irritation oculaire notable, même à de fortes teneurs	MCA, 1956
À l'état liquide	Le contact provoque des gelures	MCA, 1956

7.3 Seuil de perception des caractères organoleptiques

7.3.1 Odeur. – Le propylène a une odeur aromatique, qui est perçue selon le cas de façon indifférente ou déplaisante (Verschueren, 1984). Nombre du seuil de perception: 14 792 (Verschueren, 1984).

Paramètre	Milieu	Teneur	Référence
Seuil olfactif	–	10 ppm (17,3 mg/m^3)	Patty, 1981
Seuil de perception de l'odeur	–	67,6 ppm	Verschueren, 1984
Seuil olfactif absolu	–	[illegible],5 ppm	Verschueren, 1984

7.3.2 Goût

Paramètre	Milieu	Teneur	Référence
Aucune donnée			

7.4 Études à long terme

7.4.1 Inhalation

Exposition (teneur et durée)	Effets	Référence
	Exposition de courte durée	
• CHEZ L'HOMME		
75 %, 50 % et 40 % (en volume), exposition de quelques minutes	Rougeurs des paupières, visage rouge, larmoiement, toux. Pas de variation du rythme respiratoire ni cardiaque et pas de changement dans les électrocardiogrammes	Patty, 1981
50 %, 2 (mn)	Anesthésie au bout de 2 minutes, suivie d'une récupération complète sans aucun effet physiologique	Patty, 1981
40 et 35 % (durée non précisée)	Deux sujets ont vomi durant ou après l'expérience. L'un d'eux s'est plaint de vertige	Patty, 1981
33 et 24 % (3 mn)	Légère intoxication, paresthésie, difficulté à se concentrer. Évanouissement	
24 % de propylène et 33 % d'oxygène (3 mn)	Intoxication, évanouissement	MCA, 1956
12,8 % (1 mn)	Faible intoxication, paresthésie, difficulté à se concentrer	Patty, 1981
6,4 % de propylène et 26 % d'oxygène (2,25 mn)	Faible intoxication, somnolence, picotements de la peau et difficulté à se concentrer	MCA, 1956
• CHEZ LE CHIEN		
Teneur et durée non précisées	Sensibilisateur cardiaque	Patty, 1981
• CHEZ LE CHAT		
70 %	Baisse de tension artérielle et accélération du rythme cardiaque	Patty, 1981
• CHEZ LE RAT		
70 % (1 à 3 mn)	Anesthésie profonde sans signe ni symptôme du système nerveux central	Patty, 1981

65 %(2 à 5 mn)	Anesthésie profonde sans signe ni symptôme du système nerveux central	Patty, 1981
40 %	Légère anesthésie, pas de symptôme d'intoxication dans les dix heures	Patty, 1981

7.4.2 Ingestion. – L'ingestion est peu probable étant donné que le propylène est sous forme gazeuse dans les conditions atmosphériques normales.

7.4.3 Mutagénicité. – Le propylène n'est pas mutagène lorsqu'il est soumis à l'essai avec E. coli, (Patty, 1981).

7.5 Symptômes de l'intoxication

Les symptômes et les troubles de nature courante mentionnés dans la plupart des ouvrages de référence ne sont pas accompagnés d'une référence précise. Seuls les symptômes ou troubles de nature inhabituelle sont référencés.

7.5.1 Inhalation

1. Besoin d'air frais.
2. Respiration accélérée, occasionnellement irrégulière.
3. Maux de tête.
4. Fatigue.
5. Étourdissements.
6. Nausées et vomissements.
7. Confusion mentale.
8. Épuisement.
9, Narcose, pouls irrégulier.
10. Perte de connaissance.
11. Convulsions.
12. Mort.

7.5.2 Ingestion. – L'ingestion est peu probable étant donné que le propylène est sous forme gazeuse dans les conditions atmosphériques normales.

7.5.3 Contact avec la peau. – Le propylène sous forme gazeuse ne provoque pas d'irritation cutanée (Patty, 1981).

Le propylène liquide peut causer des gelures (CHRIS, 1978).

1. Sensation de froid intense (Lefèvre, 1980).
2. Insensibilité à la douleur.
3. Congestion des vaisseaux sanguins, devenant rapidement douloureuse (gelures) (Lefèvre, 1981).

7.5.4 Contact avec les yeux. – Les vapeurs n'ont pas d'effets irritants graves sur les yeux (MCA, 1956). Toutefois, le contact avec le liquide peut provoquer des gelures (Lefèvre, 1980).

8 COMPATIBILITÉ CHIMIQUE

8.1 Compatibilité entre le propylène et divers produits chimiques

Produit chimique ou groupe de produits chimiques	Production de chaleur	Incendie	Explosion	Formation de gaz inflammables	Polymérisation brutale	Décomposition	Formation de vapeurs toxiques	Formation de substances d'une plus grande toxicité	Augmentation de la pression dans les récipients fermés	Solubilisation	Réaction violente	Réaction non dangereuse	Remarques	Sources
En général														
Chaleur	•													
Eau		•											Explose au contact de l'eau chaude (42 à 75 °C) lors de son passage ultra-rapide de la phase liquide à la phase gazeuse de l'eau chaude (42 à 75 °C)	NFPA, 1978 Bretherick, 1979; Kirk-Othmer, 1982
Feu	•													
Pression élevée		•			•								Explose sous une pression de 486 000 kPa	NFPA, 1978 Bretherick, 1979
Produits chimiques														
Hypofluorite de trifluorométhyle		•											Explose lorsque mélangé à certains hydrocarbures	Bretherick, 1979
Nitrate de lithium et dioxyde de soufre		•			•								Le mélange provoque une violente réaction de polymérisation (explosion)	Bretherick, 1979
Tétraoxyde d'azote		•											Le mélange explose	NFPA, 1978

9 MESURES D'INTERVENTION ET DE SÉCURITÉ

9.1 Mesures recommandées

L'information et les méthodes présentées dans cette section ont été tirées d'ouvrage publiés. Pour éviter toute erreur d'interprétation, la formulation originale a été conservée en dépit de contradictions apparentes entre les différentes sources d'information. Il faut cependant souligner le fait que les mesures de lutte sont propres à chaque situation et que des informations apparemment contradictoires, en général, peuvent s'avérer justes dans des cas particuliers. Les méthodes décrites ci-après ne doivent pas être interprétées comme une recommandation d'Environnement Canada.

9.1.1 Risques d'incendie. – Le propylène libère des vapeurs très inflammables. Ces vapeurs se diffusent au-dessus de la surface du sol et peuvent se propager jusqu'à une source d'allumage, ce qui peut provoquer un retour de flamme. Les vapeurs de propylène forment avec l'air des mélanges dangereusement explosifs (NFPA, 1978). Lorsque les récipients sont exposés au feu, la paroi extérieure s'affaiblit sous l'action de la chaleur et si le liquide se met à bouillir, la tension interne exercée par les vapeurs crée des risques d'explosions.

9.1.2 Moyens d'extinction. – Refroidir les récipients exposés au feu au moyen d'un jet d'eau pour prévenir les explosions (ERG, 1980).

Petit feu: utiliser de la poudre sèche ou de la neige carbonique

Grand feu: utiliser de l'eau pulvérisée ou de la mousse

Enlever les récipients de la zone d'incendie, si cela peut être fait sans danger et se tenir loin des extrémités des réservoirs. En cas d'incendie grave, utiliser des lances sur affûts ou des lances-tourelles (ERG, 1980).

9.1.3 Mesures d'intervention en cas de déversements

9.1.3.1 Information générale. – Arrêter l'écoulement ou en réduire le débit, si cela ne présente aucun risque. Éliminer toute source d'inflammation. Éviter tout contact cutané avec le produit ou toute inhalation de ses vapeurs (Air Products, SGMSDS, 1978). Pulvériser de l'eau pour réduire la teneur de l'air en vapeurs pendant que le personnel d'intervention tente de colmater la fuite (ERG, 1980; MCA, 1956).

Les récipients perforés doivent être transportés en plein air ou dans un endroit éloigné et bien ventilé et leur contenu doit être transvidé dans d'autres récipients appropriés (MCA, 1956). Si on ne parvient pas à colmater la fuite, laisser les vapeurs se disperser dans l'atmosphère (MCA, 1956).

9.1.3.2 Déversements sur le sol. – Comme le propylène déversé sur le sol s'évapore rapidement, les mesures d'intervention relatives aux émissions de vapeurs peuvent être prises.

9.1.3.3 Déversements dans l'eau. – Comme le propylène déversé dans l'eau s'évapore rapidement, on peut appliquer les mesures d'intervention relatives aux émissions de vapeurs.

9.1.4 Élimination du polluant. – On doit considérer les possibilités de récupérer le polluant ou de l'éliminer en faisant appel au fabricant (Air Products, SGMSDS, 1978). Le produit

peut être incinéré mais il faut prévenir l'extinction de la flamme car l'émission de vapeurs de propylène dans l'environnement présente un risque grave d'explosion et d'incendie (OHM-TADS, 1981 ; MCA, 1956).

9.1.5 Mesures de protection. – Avant d'entrer dans une zone où ni la matière déversée ni ses propriétés ne sont connues, il est essentiel de se munir d'un appareil respiratoire autonome et de revêtir une combinaison entièrement étanche aux produits chimiques.

Si la matière déversée est du propylène, il faut fournir au personnel d'intervention des vêtements étanches, des gants en caoutchouc, des masques de protection et des appareils respiratoires autonomes à pression super-atmosphérique (OHM-TADS, 1981 ; Air Products, SGMSDS, 1978). Des lunettes de sécurité et une visière protectrice sont recommandées s'il y a risque d'éclaboussures accidentelles du liquide (MCA, 1956). Le personnel doit porter des gants en tissu recouverts de néoprène ou de plastique dans la zone de manutention du propylène liquide (MCA, 1956).

9.1.6 Précautions spéciales. – Les récipients doivent être protégés contre les chocs et les manoeuvres susceptibles de les endommager. Il faut entreposer le produit dans un local frais, sec, bien ventilé et construit en matériaux non combustibles. Le produit doit être tenu loin des sources de chaleur et aucune partie des récipients ne doit être exposée à une température supérieure à 52 °C. Les récipients doivent être bien assujettis en position debout. Les récipients pleins doivent être séparés des récipients vides et isolés des récipients d'oxygène et des agents oxydants. Les récipients ne doivent pas être exposés au sel ou à d'autres produits corrosifs. Les canalisations et tout le matériel utilisés avec le propylène doivent être reliés et mis à la terre. Il ne faut pas s'en servir à proximité des moteurs produisant des étincelles ou d'équipement électrique qui n'est pas antidéflagrant (Air Products, SGMSDS, 1978).

10 CAS DE DÉVERSEMENTS ACCIDENTELS

Les informations relatives aux déversements accidentels antérieurs contenues dans la présente section aideront le lecteur à comprendre les mesures d'intervention prises en cas de déversements accidentels. Seuls les cas qui présentent un intérêt pour le lecteur sont inclus dans la présente section; en conséquence, le nombre de cas décrits ne traduit ni l'ampleur du problème ni la fréquence des déversements.

Toute nouvelle information pertinente sera incluse dans les révisions ultérieures du manuel, au fur et à mesure des progrès réalisés dans le domaine des techniques d'intervention.

11 IDENTIFICATION ET DOSAGE DES POLLUANTS

Les méthodes d'analyse utilisées pour l'identification et le dosage des polluants chimiques d'intérêt prioritaire sont expliquées dans les lignes qui suivent.

Les méthodes décrites et les références signalées ont été choisies en fonction d'analyses d'échantillons d'air, d'eau et de sol devant être faites dans un laboratoire de chimie doté d'un équipement standard, éloigné du lieu d'où proviennent les prélèvements. Les auteurs ont consulté les sources habituelles exposant les méthodes normalisées ou recommandées, et décrit sommairement celles qui s'appliquent à chaque produit chimique. Parmi ces sources, on compte des publications du National Institute for Occupational Safety and Health des États-Unis (NIOSH), de l'Environmental Protection Agency des États-Unis (EPA), de l'American Water Works Association, de l'American Society for Testing and Materials et de l'American National Standards Institute.

Lorsque les méthodes normalisées ou recommandées ont été jugées fiables et suffisamment spécifiques pour l'analyse des échantillons provenant des matières déversées et du milieu touché et lorsqu'elles ne nécessitaient pas un équipement de laboratoire hautement spécialisé, nous n'avons pas cherché plus loin. Enfin, lorsque nous avons découvert des tests simples et fiables, couramment utilisés dans l'industrie, nous les avons signalés.

11.1 Dosage du polluant présent dans l'air (analyse quantitative)

11.1.1 Chromatographie en phase gazeuse (ASTM, 1981). – On peut doser le propylène par chromatographie en phase gazeuse lorsqu'il est présent dans l'air à des teneurs de 0,1 p.100 et plus en suivant la méthode suivante.

On recommande de recueillir un volume d'air de 5 litres à l'aide d'un sac d'échantillonnage muni d'un raccord permettant l'injection directe de l'échantillon dans le chromatographe. Le temps de rétention, la hauteur du pic et une courbe d'étalonnage sont utilisés pour doser l'échantillon.

La chromatographie en phase gazeuse doit satisfaire aux conditions suivantes: la colonne aura 30 pieds de longueur sur 1/4 de pouce de diamètre, sera garnie de chromosorb de 35 à 80 mesh et contiendra 17 p. 100 d'hexaméthylphosphoramide, de l'hélium sera utilisé comme gaz porteur, son débit sera de 60 à 70 ml/mn, la température de la colonne de 30 °C et le détecteur sera du type à conductibilité thermique.

11.2 Identification du polluant présent dans l'air (analyse qualitative)

L'échantillon est prélevé à l'aide d'une pompe dans un tube de 7 cm de longueur contenant du charbon comme adsorbant. L'échantillon est ensuite désorbé en utilisant 0,5 ml de disulfure de carbone. Deux gouttes de l'échantillon sont alors déposées dans un tube à essais où l'on ajoute goutte à goutte une solution à 1 p. 100 de brome dans du tétrachlorure de carbone. Une décoloration de la solution de brome indique la présence d'un alcène (Owen, 1969; Supelco, 1977).

11.3 Dosage du polluant présent dans l'eau (analyse quantitative)

11.3.1 Spectroscopie de l'infrarouge (AWWA, 1981). – On peut déterminer des teneurs en propylène dans l'eau comprises entre 17 et 170 ppm par spectroscopie de l'infrarouge. Cette méthode est aussi applicable à une variété de composés organiques. L'analyse est faite de la façon décrite ci-dessous.

Un échantillon représentatif de 1 litre au minimum est d'abord recueilli dans un récipient approprié, puis acidifié à un pH de 2 ou moins avec de l'acide chlorhydrique dilué (5 ml d'acide devrait suffire). L'échantillon est ensuite transféré dans une ampoule de décaptation dans laquelle on ajoute 30 ml de Fréon 113® (1, 1,2-trichloro-1, 2,2-trifluoroéthane) qui ont d'abord été utilisés pour rincer le récipient d'échantillonnage. Une fois la première extraction complétée, la couche de solvant est transférée dans une fiole volumétrique de 100 ml. On effectue deux extractions subséquentes avec chaque fois 30 ml de Fréon 113®, et les extraits sont ajoutés à la fiole volumétrique, puis on complète au volume avec du Fréon 113®.

L'échantillon est balayé entre les nombres d'onde 3000 cm^{-1} et 900 cm^{-1} à l'aide d'un spectrophotomètre IR approprié utilisant des cuves équilibrées de 1 cm. La teneur en propylène de l'échantillon est déterminée à l'aide d'une courbe d'étalonnage.

11.4 Identification du polluant présent dans l'eau (analyse qualitative)

L'échantillon est recueilli comme il est indiqué en 11.3.1. Deux gouttes de l'échantillon sont déposées dans un tube à essai où l'on ajoute ensuite goutte à goutte une solution à 1 p. 100 de brome dans du tétrachlorure de carbone. Une décoloration de la solution de brome indique la présence d'un alcène (Owen, 1969).

12 RÉFÉRENCES ET BIBLIOGRAPHIE*

12.1 Références

Air Products SGMSDS 1978: Air Products and Chemicals, Inc., Specialty Gas Material Safety Data Sheet, Allentown, PA. (June, 1978).

ASTM 1981: American Society for Testing and Materials, ASTM Standards on Chromatography, Philadelphia, PA, ASTM Designation D2163. (1981).

AWWA 1981: American Water Works Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 15th Edition, American Public Health Association, Washington, DC, p. 465. (1981).

Blokker 1971: Blokker, P.C., Migration of Oil in Soil, Presented at International Conference "Antinquinamenta 71", Milan Fair of Anti-Pollution Equipment, Report No. 9/71, Milan, Italy. (November, 1971).

Braker 1977: Braker, W., Mossman, A.L., Siegal, D., Effects of Exposure to Toxic Gases - First Aid and Medical Treatment, Second Edition, Matheson, Lyndhurst, NJ. (1977).

Bretherick 1979: Bretherick, L., Handbook of Reactive Chemical Hazards, Second Edition, Butterworths, London, England. (1979).

CBG 1980: Southam Business Publications Ltd., "1981 Chemical Buyers' Guide", Canadian Chemical Processing, Vol. 64, No. 9, Don Mills, Ontario. (December, 1980).

CCPA 1983: Canadian Chemical Producers' Association, Ottawa, Ontario, Private Communication. (1983).

CDS 1967: National Association of Corrosion Engineers, Corrosion Data Survey, Houston, TX. (1967).

Chem. Eng. 1975: Yaws, C.L., "Physical and Thermodynamic Properties", Chemical Engineering, Vol. 82, No. 7, pp. 101-109. (31 March 1975).

CHRIS 1974: U.S. Department of Transportation, CHRIS Hazard Assessment Handbook, U.S. Coast Guard, Washington, DC, CG-446-3. (April, 1974).

CHRIS 1978: U.S. Department of Transportation, Coast Guard, Chemical Hazards Response Information System (CHRIS), Washington, DC. (1978).

Corpus 1983: Corpus Information Services Ltd., "Propylene", Chemical Product Profiles, Don Mills, Ontario. (June, 1983).

CRC 1980: Weast, R.C. (ed.), CRC Handbook of Chemistry and Physics, 60th Edition, Chemical Rubber Publishing Company, Cleveland, OH. (1980).

Doc. TLV 1981: American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), Documentation of Threshold Limit Values, Fourth Edition, Cincinnati, OH. (1981).

* Listes reproduites de l'édition anglaise.

Dow ERIS 1979: Dow Chemical Canada Inc., Emergency Response Information Sheet, Sarnia, Ontario. (1979).

Dymond 1979: Dymond, J.H., Smith, E.B., The Virial Coefficients of Gases, Clarendon Press, Oxford. (1969).

EPA 670/2-75-042: Pilie, R.J., et al., Methods to Treat, Control and Monitor Spilled Hazardous Materials, U.S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Cincinnati, OH. (June, 1975).

ERG 1980: U.S. Department of Transportation, Hazardous Materials, 1980 Emergency Response Guidebook, U.S. Department of Transportation, Research and Special Programs Administration, Materials Transportation Bureau, Washington, DC. (1980).

Freeze and Cherry 1979: Freeze, R.A., Cherry, J.A., Groundwater, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ. (1979).

Hansch and Leo 1979: Hansch, C., Leo, A., Substitute Constants for Correlation Analysis in Chemistry and Biology, John Wiley & Sons Inc., New York, NY. (1979).

HCG 1981: Compressed Gas Association, Inc., Handbook of Compressed Gases, Second Edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY. (1981).

HTHC 1981: Sittig, M., Handbook of Toxic and Hazardous Chemicals, Noyes Publications, Park Ridge, NJ. (1981).

Kirk-Othmer 1982: Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Third Edition, Vol. 19, John Wiley & Sons, New York, NY. (1979).

Lefèvre 1980: Lefèvre, M.J., Becker, E.O., First Aid Manual for Chemical Accidents -For Use with Nonpharmaceutical Chemicals, Dowden, Hutchinson, and Ross, Inc., Stroudsburg, PA. (1980).

Matheson 1980: Matheson Gas Data Book, Matheson Gas Products, Lyndhurst, NJ. (1980).

MCA 1956: Manufacturing Chemists Association, "Propylene", Chemical Safety Data Sheet, Washington, DC. (1956).

Merck 1976: Windholz, M., Budavari, S., Stroumtsos, L.Y., Fertig, M.N. (ed.), The Merck Index, Ninth Edition, Merck & Co. Inc., Rahway, NJ. (1976).

NFPA 1978: National Fire Protection Association, Fire Protection Guide on Hazardous Materials, Seventh Edition, Boston, MA. (1978).

OHM-TADS 1981: Oil and Hazardous Materials Technical Assistance Data System, U.S. Environmental Protection Agency, Oil and Special Materials Control Division, Office of Water Program Operations, Washington, DC. (1981).

Owen 1969: Owen, T.C., Characterization of Organic Compounds by Chemical Methods, Marcel Dekker, Inc., New York, NY, p. 156. (1969).

Patty 1981: Clayton, G.D., Clayton, F.E. (ed.), Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, Vols. 2A, 2B, Third Revised Edition, John Wiley and Sons Canada Limited, Toronto, Ontario. (1981).

PC 1981: Personal Communication, Petrosar Limited, Corunna, Ontario. (18 December 1981).

PPCC 1959: Physical Properties of Chemical Compounds - II, American Chemical Society, Washington, DC. (1959).

PPH 1974: Gallant, R.W., Physical Properties of Hydrocarbons, Vol. 1, Gulf Publishing Company, Houston, TX. (1974).

Québec 1979: Cabinet du Lieutenant-Gouverneur, Gazette Officielle du Québec: Partie 2, Lois et règlements,, L'Éditeur Officiel du Québec. (Novembre, 1979).

Raj 1974: Raj, P.P.K., Lakekar, A.S., Assessment Models in Support of Hazard Assessment Handbook, Prepared for the Department of Transportation, U.S. Coast Guard, Washington, DC, p. 238. (January, 1974).

RTDCR 1974: Regulations for the Transportation of Dangerous Commodities by Rail, Canadian Transport Commission, published by Supply & Services Canada, Ottawa, Ontario. (1974).

RTECS 1979: Lewis, R.J., Tatken, R.L., Registry of Toxic Effects of Chemical Substances, 1979, Vols. 1 and 2, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Cincinnati, OH. (September, 1980).

Sask. 1981: Saskatchewan Ministry of Labour, Occupational Health and General Regulations, Saskatchewan Labour, Occupational Health and Safety Branch, Regina, Saskatchewan. (May, 1981).

Scott 1979: Scott's Industrial Directory of Ontario Manufacturers, 12th Edition, Penstock Directories Limited, Oakville, Ontario. (1979).

Shreve 1977: Shreve, R.N., Brink, J.A., Chemical Process Industries, Fourth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY. (1977).

Supelco 1977: Supelco Inc., Determination of Organic Vapours in the Industrial Atmosphere, Bulletin 769B, Belleforte, PA. (1977).

Sussex 1977: Pedley, J.B., Rylance, J., Sussex-N.P.L. Computer Analysed Thermochemical Data: Organic and Organometallic Compounds, University of Sussex, Sussex, Brighton, England. (1977).

TCM 1979: General American Transportation Corporation, Tank Car Manual, Chicago, IL. (May, 1979).

TLV 1981: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, TLV®s Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents in the Workroom Environment with Intended Changes for 1981, Cincinnati, OH. (1981).

Ullmann 1975: Ullmanns Encyklopaedie der technischen Chemie, Verlag Chemie, Weinheim. (1975).

Verschueren 1984: Verschueren, K., Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY. (1984).

WQCDB-1 1970: Environmental Protection Agency, Water Quality Criteria Data Book: Organic Chemical Pollution of Freshwater, U.S. Environmental Protection Agency, Water Quality Office, Washington, DC, Vol. 1, pp. 153, 303. (1970).

12.2 Bibliographie

Air Products and Chemicals, Inc., Specialty Gas Material Safety Data Sheet, Allentown, PA. (June, 1978).

American Chemical Society, Physical Properties of Chemical Compounds - II, Washington, DC. (1959).

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), Documentation of Threshold Limit Values, Fourth Edition, Cincinnati, OH. (1981).

American Conference of Governmental Industrial Hygienists, TLV*s Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents in the Workroom Environment with Intended Changes for 1981, Cincinnati, OH. (1981).

American Society for Testing and Materials, ASTM Standards on Chromatography, Philadelphia, PA, ASTM Designation D2163. (1981).

American Water Works Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 15th Edition, American Public Health Association, Washington, DC, p. 465. (1981).

Blokker, P.C., Migration of Oil in Soil, Presented at International Conference "Antinquinamenta 71", Milan Fair of Anti-Pollution Equipment, Report No. 9/71, Milan, Italy. (November, 1971).

Braker, W., Mossman, A.L., Siegal, D., Effects of Exposure to Toxic Gases - First Aid and Medical Treatment, Second Edition, Matheson, Lyndhurst, NJ. (1977).

Bretherick, L., Handbook of Reactive Chemical Hazards, Second Edition, Butterworths, London, England. (1979).

Cabinet du Lieutenant-Gouverneur, Gazette Officielle du Québec: Partie 2, Lois et règlements, L'Éditeur Officiel du Québec. (Novembre, 1979).

Canadian Chemical Producers' Association, Ottawa, Ontario, Private Communication. (1983).

Canadian Transport Commission, Regulations for the Transportation of Dangerous Commodities by Rail, published by Supply & Services Canada, Ottawa, Ontario. (1974).

Clayton, G.D., Clayton, F.E. (ed.), Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, Vols. 2A, 2B, Third Revised Edition, John Wiley and Sons Canada Limited, Toronto, Ontario. (1981).

Compressed Gas Association, Inc., Handbook of Compressed Gases, Second Edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY. (1981).

Corpus Information Services Ltd., "Propylene", Chemical Product Profiles, Don Mills, Ontario. (June, 1983).

Dow Chemical Canada Inc., Emergency Response Information Sheet, Sarnia, Ontario. (1979).

Dymond, J.H., Smith, E.B., The Virial Coefficients of Gases, Clarendon Press, Oxford. (1969).

Environmental Protection Agency, Water Quality Criteria Data Book: Organic Chemical Pollution of Freshwater, U.S. Environmental Protection Agency, Water Quality Office, Washington, DC, Vol. 1, pp. 153, 303. (1970).

Freeze, R.A., Cherry, J.A., Groundwater, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ. (1979).

Gallant, R.W., Physical Properties of Hydrocarbons, Vol. 1, Gulf Publishing Company, Houston, TX. (1974).

General American Transportation Corporation, Tank Car Manual, Chicago, IL. (May, 1979).

Hansch, C., Leo, A., Substitute Constants for Correlation Analysis in Chemistry and Biology, John Wiley & Sons Inc., New York, NY. (1979).

Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Third Edition, Vol. 19, John Wiley & Sons, New York, NY. (1979).

Lefèvre, M.J., Becker, E.O., First Aid Manual for Chemical Accidents - For Use with Nonpharmaceutical Chemicals, Dowden, Hutchinson, and Ross, Inc., Stroudsburg, PA. (1980).

Lewis, R.J., Tatken, R.L., Registry of Toxic Effects of Chemical Substances, 1979, Vols. 1 and 2, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Cincinnati, OH. (September, 1980).

Manufacturing Chemists Association, "Propylene", Chemical Safety Data Sheet, Washington, DC. (1956).

Matheson Gas Products, Matheson Gas Data Book, Lyndhurst, NJ. (1980).

National Association of Corrosion Engineers, Corrosion Data Survey, Houston, TX. (1967).

National Fire Protection Association, Fire Protection Guide on Hazardous Materials, Seventh Edition, Boston, MA. (1978).

Oil and Hazardous Materials Technical Assistance Data System, U.S. Environmental Protection Service, Oil and Special Materials Control Division, Office of Water Program Operations, Washington, DC. (1981).

Owen, T.C., Characterization of Organic Compounds by Chemical Methods, Marcel Dekker, Inc., New York, NY, p. 156. (1969).

Pedley, J.B., Rylance, J., Sussex-N.P.L. Computer Analysed Thermochemical Data: Organic and Organometallic Compounds, University of Sussex, Sussex, Brighton, England. (1977).

Personal Communication, Petrosar Limited, Corunna, Ontario. (18 December 1981).

Pilie, R.J., et al., Methods to Treat, Control and Monitor Spilled Hazardous Materials, U.S. Environmental Protection Agency, National Environmental Research Center, Cincinnati, OH, EPA 670/2-75-042. (June, 1975).

Raj, P.P.K., Lakekar, A.S., Assessment Models in Support of Hazard Assessment Handbook, Prepared for the Department of Transportation, U.S. Coast Guard, Washington, DC, p. 238. (January, 1974).

Saskatchewan Ministry of Labour, Occupational Health and General Regulations, Saskatchewan Labour, Occupational Health and Safety Branch, Regina, Saskatchewan. (May, 1981).

Scott's Industrial Directory of Ontario Manufacturers, 12th Edition, Penstock Directories Limited, Oakville, Ontario. (1979).

Shreve, R.N., Brink, J.A., Chemical Process Industries, Fourth Edition, McGraw-Hill Book Company, New York, NY. (1977).

Sittig, M., Handbook of Toxic and Hazardous Chemicals, Noyes Publications, Park Ridge, NJ. (1981).

Southam Business Publications Ltd., "1981 Chemical Buyers' Guide", Canadian Chemical Processing, Vol. 64, No. 9, Don Mills, Ontario. (December, 1980).

Supelco Inc., Determination of Organic Vapours in the Industrial Atmosphere, Bulletin 769B, Belleforte, PA. (1977).

Ullmanns Encyklopaedie der technischen Chemie, Verlag Chemie, Weinhein. (1975).

U.S. Department of Transportation, CHRIS Hazard Assessment Handbook, U.S. Coast Guard, Washington, DC, CG-446-3. (April, 1974).

U.S. Department of Transportation, Hazardous Materials, 1980 Emergency Response Guidebook, U.S. Department of Transportation, Research and Special Programs Administration, Materials Transportation Bureau, Washington, DC. (1980).

U.S. Department of Transportation, Coast Guard, Chemical Hazards Response Information System (CHRIS), Washington, DC. (1978).

Verschueren, K., Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals, Van Nostrand Reinhold Company, New York, NY. (1984).

Weast, R.C. (ed.), CRC Handbook of Chemistry and Physics, 60th Edition, Chemical Rubber Publishing Company, Cleveland, OH. (1980).

Windholz, M., Budavari, S., Stroumtsos, L.Y., Fertig, M.N. (ed.), The Merck Index, Ninth Edition, Merck & Co. Inc., Rahway, NJ. (1976).

Yaws, C.L., "Physical and Thermodynamic Properties", Chemical Engineering, Vol. 82, No. 7, pp. 101-109. (31 March 1975).